



ŞIRNAK ENERJİ VE MADEN POTANSİYELİ

Editörler

İbrahim Baz, Dilan Alp, Öykü Bilgin

EĞİTİM
yayınevi

ŞIRNAK ENERJİ VE MADEN POTANSİYELİ

Editörler: İbrahim Baz, Dilan Alp, Öykü Bilgin

Genel Yayın Yönetmeni: Yusuf Ziya Aydoğan (yza@egitimyayinevi.com)

Genel Yayın Koordinatörü: Yusuf Yavuz (yusufyavuz@egitimyayinevi.com)

Sayfa Tasarımı: Kübra Konca Nam

Kapak Tasarımı: Eğitim Yayınevi Grafik Birimi

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı

Yayıncı Sertifika No: 14824

ISBN: 978-605-7557-33-9

1. Baskı, Aralık 2018

Baskı Cilt

Dizgi Ofset Matbaacılık

Matbaacılar Sit. 10451. Sk. No: 4

Karatay/KONYA

0 (332) 342 07 42

Kütüphane Kimlik Kartı

ŞIRNAK ENERJİ VE MADEN POTANSİYELİ

İbrahim Baz, Dilan Alp, Öykü Bilgin (Editörler)

XXVI+486 s., 165x240 mm

Kaynakça var, dizin yok.

ISBN: 978-605-7557-33-9

1. Biyokütle ve Güneş Enerjisinin Kırsal Alanlarda Hibrit Kullanım Olanakları, 2. Güneş Enerjili Isıtma ve Soğutma Teknolojilerinde Gelişmeler, 3. Enerji Üretimi ve Milli Enerji, 4. Şırnak İli Bütüt Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi, 5. Gap Yeşil Enerji Bölgesi, 6. Biyokütle Enerjisi: Şırnak İlinin Biyokütle Enerji Potansiyeli, 7. Şırnak İli ve Çevresi Hidro Enerji Potansiyeli, 8. Enerji Arzı Güvenliğinde Yenilenebilir Enerji Yaklaşımları, 9. Biyokütleden Elde Edilebilen Biyoenerji Türleri: Biyogaz, Biyodizel, Biyoetanol ve Biyohidrojen, 10. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması Projesi'nde İlikler ve Başarı Hikâyeleri, 11. Şırnak İli Ölçeğinde GES Yatırımlarına Teknolojik ve Finansal Bakış, 12. Şırnak Jeotermal Enerji Potansiyeli, 13. Şırnak İlinin Güneş Enerji Potansiyeli ve Kullanım Oranı, 14. Şırnak'ta Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım Olanakları, 15. Enerjide Kömürün Yeri ve Şırnak Asfaltit Sahaları, 16. Türkiye'nin Yeraltı Zenginlikleri Potansiyeli ve Şırnak İlindeki Durum, 17. Linyitlerden Teknolojik Ürün Eldesinin Alternatifli Olarak Araştırılması, 18. Şırnak Asfaltit (Kömür) Havzasının Mevcut Durumu ve Değerlendirme Stratejileri, 19. Şırnak İli Madencilik Faaliyetleri, 20. Madencilik Uygulamalarında Yerli Teknoloji, 21. Şırnak İli Maden Potansiyelinin Cevher Zenginleştirme Açısından Değerlendirilmesi ve Temiz Kömür Teknolojileri, 22. Şırnak İli Maden Potansiyelinin Maden İşletme Açısından Değerlendirilebilirliği, 23. Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliği, 24. Şırnak Asfaltit Madencilik Tarihi, Mevcut Durumu ve Çözüm Önerileri, 25. Şırnak Asfaltit Külünün Değerlendirilmesi

Copyright © Bu kitabın Türkiye'deki her türlü yayın hakkı Eğitim Yayınevi'ne aittir. Bütün hakları saklıdır.

Kitabın tamamı veya bir kısmı 5846 sayılı yasanın hükümlerine göre kitabı yayımlayan firmanın ve yazarlarının önceden izni olmadan elektronik/mekanik yolla, fotokopi yoluyla ya da herhangi bir kayıt sistemi ile çoğaltılamaz, yayımlanamaz.



Rampalı İş Merkezi Kat: 1 No: 121

Tel: 351 92 85 • Meram/KONYA

E-mail: bilgi@egitimyayinevi.com



İnternetteki Kitapçımız

*Bu eser, Şırnak Üniversitesi ve Dicle Kalkınma Ajansı
işbirliğiyle üretilmiştir.*

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	IX
EDİTÖRLERDEN	X
AÇILIŞ KONUŞMASI.....	XV
PROTOKOL KONUŞMALARI	XIX
1. Biyokütle ve Güneş Enerjisinin Kırsal Alanlarda Hibrit Kullanım Olanakları.....	33
2. Güneş Enerjili Isıtma ve Soğutma Teknolojilerinde Gelişmeler	59
3. Enerji Üretimi ve Milli Enerji.....	75
4. Şırnak İli Bürüt Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Belirlenmesi	87
5. Gap Yeşil Enerji Bölgesi	101
6. Biyokütle Enerjisi: Şırnak İlinin Biyokütle Enerji Potansiyeli	117
7. Şırnak İli ve Çevresi Hidro Enerji Potansiyeli	139
8. Enerji Arzı Güvenliğinde Yenilenebilir Enerji Yaklaşımları..	161
9. Biyokütleden Elde Edilebilen Biyoenerji Türevleri: Biyogaz, Biyodizel, Biyoetanol ve Biyohidrojen.....	171
10. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi'nde İlkler ve Başarı Hikâyeleri.....	185
11. Şırnak İli Ölçeğinde GES Yatırımlarına Teknolojik ve Finansal Bakış	199
12. Şırnak Jeotermal Enerji Potansiyeli.....	207
13. Şırnak İlinin Güneş Enerji Potansiyeli ve Kullanım Oranı ...	223

14. Şırnak'ta Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım Olanakları ..255	
15. Enerjide Kömürün Yeri ve Şırnak Asfaltit Sahaları.....269	
16. Türkiye'nin Yeraltı Zenginlikleri Potansiyeli ve Şırnak İlindeki Durum303	
17. Linyitlerden Teknolojik Ürün Eldesinin Alternatifli Olarak Araştırılması327	
18. Şırnak Asfaltit (Kömür) Havzasının Mevcut Durumu ve Değerlendirme Stratejileri.....355	
19. Şırnak İli Madencilik Faaliyetleri.....363	
20. Madencilik Uygulamalarında Yerli Teknoloji379	
21. Şırnak İli Maden Potansiyelinin Cevher Zenginleştirme Açısından Değerlendirilmesi ve Temiz Kömür Teknolojileri .391	
22. Şırnak İli Maden Potansiyelinin Maden İşletme Açısından Değerlendirilebilirliği.....429	
23. Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliği443	
24. Şırnak Asfaltit Madenciliğinin Tarihi, Mevcut Durumu ve Çözüm Önerileri.....465	
25. Şırnak Asfaltit Külünün Değerlendirilmesi475	
26. 22-24 Mart 2018 Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı'ndan Fotoğraf Kareleri481	

Çalıştay Onur Kurulu

Berat Albayrak	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı
Jülide Sarıeroğlu	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı
Lütfi Elvan	Kalkınma Bakanı
Mehmet Özhaseki	Çevre ve Şehircilik Bakanı
Mehmet Aktaş	Şırnak Valisi
Sadrettin Karahocagil	GAP Bölge Kalkınma İdare Başkanı
Turab Bedirhanoglu	Şırnak Belediye Başkan V.
Yılmaz Altındağ	Dicle Kalkınma Ajansı Genel Sekreteri
Cengiz Erdem	MTA Genel Müdürü
Mithat Cansız	MİGEM Genel Müdürü
Ömer Bayrak	TKİ Genel Müdür V.
Ayhan Yüksel	TMMOB Genel Başkanı
Osman Geliş	Şırnak Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı

Çalıştay Koordinatörleri

Genel Koordinatör Dr. Öğr. Üy. İbrahim Baz	Şırnak Üniversitesi Genel Sekreteri
Koordinatör Yrd. Dr. Öğr. Üy. Dilan Alp	Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
Koordinatör Yrd. Dr. Öğr. Üy. Öykü Bilgin	Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Koordinatör Yrd. Naif Çiftçi	Dicle Kalkınma Ajansı

Sekreteryaya

Arş. Gör. Eren Demir	Şırnak Üniversitesi Elek. Elekt. Müh.
Arş. Gör. İlhan Ehsani	Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Arş. Gör. Sadiye Kantarcı	Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Arş. Gör. Derya Karakaya	Şırnak Üniversitesi İnşaat Müh.
Arş. Gör. Veysel Kış	Şırnak Üniversitesi Elek. Elekt. Müh.
Uzm. Susin Kekeç	Şırnak Üniversitesi Farabi
Cemile Sarışahin	Şırnak Üniversitesi Genel Sekreterlik
Enerji Sist. ve Maden Müh. Böl. Öğrenciler	Şırnak Üniversitesi

Çalıştay Düzenleme Kurulu

Dr. Öğr. Üy. Dilan Alp	Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
Yılmaz Altındağ	DİKA Genel Sekreteri
Dr. Öğr. Üy. İbrahim Baz	Şırnak Üniversitesi Genel Sekreteri
Dr. Öğr. Üy. Öykü Bilgin	Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Naif Çiftçi	DİKA Şırnak İl Koordinatörü
Müh. Yılmaz Dağtekin	GAP Elektrik Elek. Müh.

Dr. Öğr. Üy. Ali Döner
 Dr. Öğr. Üy. İhsan Ekin
 Av. Mehmet Erdoğan
 Dr. Öğr. Üy. Mehmet Haskul
 Dr. M. Akif İlkhani
 Dr. Öğr. Üy. Orkun Kantarcı
 Ömer Keleş
 Dr. Öğr. Üy. Ali İhsan Keskin
 Dr. Nusret Mutlu
 Prof. Dr. Gürol Okay
 Dr. Muhyettin Sirer
 Dr. Öğr. Üy. F. Şirin Sökmen
 Dr. Öğr. Üy. Vedat Sönmez
 Prof. Dr. M. Arslan Tekinsoy
 Dr. Öğr. Üy. Y. İsmail Tosun
 Dr. Öğr. Üy. Ahmet Turşucu
 Dr. Öğr. Üy. Asaf Tolga Ülgen

Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
 Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
 Şırnak
 Şırnak Üniversitesi Makine Müh.
 GAP YENEV Araştırmacı
 Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
 Şırnak Üniversitesi Öğrenci Konsey Başkanı
 Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
 GAP-Ekonomik Kalkınma Genel Koordinatör
 Şırnak Üniversitesi Rektör Yardımcısı
 Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP)
 Şırnak Üniversitesi MYO Müdürü
 Şırnak Üniversitesi Cizre MYO Müdürü
 Şırnak Üniversitesi Müh. Fak. Dekanı
 Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
 Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
 Şırnak Üniversitesi Elek. Elektr. Sist. Müh.

Çalıştay Bilim Kurulu

Prof. Dr. Ece Kılınc Aksay
 Prof. Dr. Okay Aksoy
 Doç. Dr. Azmi Aktacı
 Prof. Dr. İbrahim Alp
 Dr. Öğr. Üy. Dilan Alp
 Prof. Dr. Fırat Aydın
 Prof. Dr. Mustafa Ayhan
 Müh. Ümran Atay
 Doç. Dr. Hasan Bayındır
 Dr. Öğr. Üy. İdris Bedirhanoglu
 Prof. Dr. İsmail Bentli
 Dr. Kevin Berger
 Dr. Öğr. Üy. Nurettin Beşli
 Dr. Öğr. Üy. Öykü Bilgin
 Prof. Dr. Hüsamet Bulut
 Dr. Lluís Manosa Carrera
 Müh. Yılmaz Dağtekin
 Dr. Öğr. Üy. Atilla G. Devecioğlu
 Dr. Öğr. Üy. Ali Döner
 Doç. Dr. İhsan Ekin
 Dr. Öğr. Üy. Ahmet Eryaşar
 Dr. Sait Barış Güner
 Prof. Dr. Afşin Güngör
 Prof. Dr. Ali Güngör
 Dr. Öğr. Üy. Mehmet Haskul
 Müh. Yusuf Işiker

Dokuz Eylül Üniversitesi
 Dokuz Eylül Üniversitesi
 Harran Üniversitesi
 Karadeniz Teknik Üniversitesi
 Şırnak Üniversitesi
 Dicle Üniversitesi
 Dicle Üniversitesi
 GAP YENEV Araştırmacı
 Dicle Üniversitesi
 Dicle Üniversitesi
 İnönü Üniversitesi
 University of Lorraine, France
 Harran Üniversitesi
 Şırnak Üniversitesi
 Harran Üniversitesi
 University of Barcelona, Spain
 GAP Elektrik Elek. Müh.
 Dicle Üniversitesi
 Şırnak Üniversitesi
 Şırnak Üniversitesi
 Ege Üniversitesi Güneş Enerji Enstitüsü
 Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
 Akdeniz Üniversitesi
 Ege Üniversitesi
 Şırnak Üniversitesi
 GAP YENEV Araştırmacı

Dr. Mehmet Akif İlkhani	Harran Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. M. Şefik İmamoglu	Dicle Üniversitesi
Prof. Dr. Fikri Kahraman	Maden Mühendisi
Dr. Öğr. Üy. Orkun Kantarcı	Şırnak Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Hakan Karakaya	Batman Üniversitesi
Doç. Dr. Askeri Karakuş	Dicle Üniversitesi
Doç. Dr. Orhan Kavak	Dicle Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Ali İhsan Keskin	Şırnak Üniversitesi
Prof. Dr. Günnur Koçar	Ege Üniversitesi
Prof. Dr. Orhan Kural	İstanbul Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Kerim Küçük	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Sinan Küfeoğlu	University of Cambridge, London
Dr. Xerman De La Fuente Leis	University of Zaragoza, Spain
Dr. Nabil Mahamdioua	University of Jijel, Algeria
Dr. Nusret Mutlu	GAP Ekonomik Kalkınma Genel Koordinatörü
Dr. Hari Babu Nadendla	Brunel University, London
Prof. Dr. Gürol Okay	Şırnak Üniversitesi
Prof. Dr. Turgay Onargan	Dokuz Eylül Üniversitesi
Prof. Dr. Necdet Özbaltacı	Ege Üniversitesi
Prof. Dr. Ali Saruşik	Harran Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Z. Ebru Erkan Sayın	Afyon Kocatepe Üniversitesi
Dr. Muhyettin Sirer	UNDP
Prof. Dr. Mehmet Şimşek	Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Arslan Tekinsoy	Şırnak Üniversitesi
Prof. Dr. Fuat Toprak	Dicle Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Yıldırım İsmail Tosun	Şırnak Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Ahmet Turşucu	Şırnak Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Deniz Acar	Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Sinan Uyanık	Dokuz Eylül Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Asaf Tolga Ülgen	Şırnak Üniversitesi
Dr. Akiyasu Yamamoto	Tokyo University of Agricultural and Mechanical Engineering, Japan
Dr. Chia-Ming Yang	Chang Gung University, Taiwan
Prof. Dr. Bülent Yeşilata	Harran Üniversitesi
Prof. Dr. M. İrfan Yeşilnacar	Harran Üniversitesi
Prof. Dr. Mehmet Yılmaz	İnönü Üniversitesi
Dr. Öğr. Üy. Emine Yoğurtçu	Ömer Halisdemir Üniversitesi

* *Bilim ve Düzenleme Kurul Üyeleri Soyada göre alfabetik olarak sıralanmıştır.*



Prof. Dr. Mehmet Emin Erkan
Şırnak Üniversitesi Rektörü

ÖNSÖZ

Bilginin üretilmesi, üretilen bilginin insana ve yaşadığı topluma, ülkesine dokunabilmesi üniversitelerin temel görevlerinden biridir.

Çeşitli paydaş ve kurum-kuruluşlarla düzenlediğimiz tüm bilimsel etkinlikler, projeler, sosyal ve kültürel faaliyetlerin hepsi bu amaçla hayata geçirilmektedir. Bunlardan biri de Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayıdır.

Eşsiz tarihi ve zengin kültürünün yansıra doğası ve yeraltı kaynaklarını da içerisinde barındıran Anadolu medeniyetler beşiği Şırnak ilinin, maden-enerji potansiyelini verimli ve etkin kullanılması önem arz etmektedir. Bu potansiyelin nasıl kullanılabileceği sorularına yanıt bulmak için gerçekleştirdiğimiz bu çalıştayı çıktılar; ilimizin bu alandaki genel bir fotoğrafını görmemizi sağlayarak, üretilen tüm projeler ile de ilin sosyo ekonomik yapısına katkıda bulunacaktır.

Alanında yetkin akademisyenler ile kamu kurum çalışanlarının katılımıyla gerçekleşen çalıştaya yoğun programlarına rağmen vakit ayıran tüm katılımcılarımıza teşekkür ederim. Bu vesileyle çalıştayı düzenlenmesinde Üniversitemizle iş birliği içerisinde olan Dicle Kalkınma Ajansına, desteklerinden dolayı başta Şırnak Valiliği olmak üzere Şırnak Belediyesi ile Şırnak Ticaret ve Sanayi Odası'na, tüm akademik ve idari personelimize teşekkürlerimi sunar, kitabın başta araştırmacılar olmak üzere bütün okurlara faydalı olmasını dilerim.

Saygılarımla.

EDİTÖRLERDEN

Çok Kıymetli Okurlar ve Araştırmacılar,

Küresel ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri, refah seviyesi ve nüfus artışı ile beraberinde getirdiği enerji talebi ülke, bölge ve Şırnak ili ölçeğinde de enerji konusunu önemini vurgulamaktadır. Diğer taraftan enerji üretiminde kullanılan konvansiyonel enerji kaynakların sınırlı olması, bu kaynakların çevre üzerindeki olumsuz etkileri ve de ülkemizin petrol ve doğalgaz kaynaklarda dışa bağımlı olması sebebiyle ekonomi üzerinde oluşan baskı, enerji üretiminde, yenilenebilir enerji ve maden kaynaklarının etkin bir şekilde değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu amaçla, enerji sektöründe yapılan yeni yasal düzenlemelerle 2023 yılına kadar enerji ihtiyacı yerli enerji kaynaklarından sağlanarak, çeşitli teşvikler ile desteklenecektir.

Şırnak ilinin sosyo-ekonomik kalkınmasında, enerji ve maden potansiyeli açısından olabildiğince öz kaynaklarımızın en üst düzeyde kullanılması, yerli ve yeni teknolojilere geçişin sağlanması, istihdamın artırılması, yeni kaynakların değerlendirilmesi ve yatırımlar konu başlıklarında genel bir tespit amacı için Şırnak Üniversitesi ve Dicle Kalkınma Ajansının ortaklığı ile Şırnak ilinde 22-24 Mart 2018 tarihlerinde Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden çalıştayı düzenlendi. Bu kapsamda daha çok yerel düzeyde gerek sermaye sahiplerinin gerekse de halkın maden ve yenilenebilir enerji alanlarında fırsat oluşturarak daha büyük çaplı projelere ve araştırmalara zemin oluşmasına katkı sunmayı hedefleyen bu çalıştay, sürdürülebilir eylem planı çerçevesinde kamu-özel sektör ve bireysel tüketicilere yönelik olarak, bölgesel kalkınmadaki rolü ve yatırım örneklerine yer verilerek hedef ve stratejiler tespitinde bulunulması amaçlandı. Temel hedef, ekonomik büyüme ve sosyal gelişmeyi destekleyecek şekilde zamanında, güvenilir ve yeterli miktarda enerji kaynağını, çevreyi korumaya yönelik önlemlerle beraber ekonomik koşullarda tüketime sunmakla ve bu amaçla bölgesel kalkınmaya ve gelecekteki enerji gereksinimlerine çözüm üretmeyi amaçlanmıştır.

Şırnak ili insani gelişmişlik endeksi, eğitim seviyesi vb. birçok sosyal ve ekonomik sıralamada 81 il arasında sürekli son sıralarda yer almaktadır. Şırnaklı insanların başka bölgelerde istihdam edilmesi ya da başka bölgelere hizmet bağımlısı olması her türlü teşvik sisteminin başarıya ulaşmasının önünü tıkamakta ve kentin gelişmesini engellemektedir. Ülkelerin bölgeler arasındaki sosyal ve ekonomik dengenin sağlanması için uyguladığı teşvik, destek, hibe vb. önlemler

çoğunlukla başarıya ulaşmamaktadır. Kentsel yaşam kalitesinin artırılması ve bölgeler arasındaki sosyal ve ekonomik dengenin sağlanabilmesinin en temel yolu, yöre kaynaklarının etkin kullanımı, istihdam olanaklarının artırılması ve yatırımların bu bölgelere kaydırılması olarak düşünülmektedir. Bu kapsamda Bölgesel Kalkınma Ajansları önemli görevler yüklenmiştir. Bu amaçla düzenlenen çalıştay ile yatırımların, büyük altyapı projelerin ve sanayi ortaklı projelerinin bu bölgelere çekilmesi hedeflenmiştir.

Bölgemizde ve ilimizde oldukça avantajlı koşullara sahip bölgelerde, yenilenebilir enerji odaklı entegre tesislerin kurulması önem arz etmektedir. Bölgemiz ve ilimizin yenilenebilir enerji kaynakları bakımından yüksek potansiyele sahiptir. Örneğin, Türkiye'nin hidro enerjideki mevcut üretim tesisleri ve potansiyeli ile en önemli ve ağırlıklı bölgesidir. Güneş enerjisi ise bu bölgenin ve dolayısıyla Türkiye enerji sektörünün yükselen değeri olmaya adaydır. Tarımsal atıklar ve hayvancılık potansiyeli düşünüldüğünde, Bölge'nin, biyokütlelin modern yöntemlerle enerji açısından kullanımında da öncü olabilecek önemli bir değere sahip olduğu, akademik çalışmalarımızda yer almakta ve ilgili konulardaki tespitlerimiz ile düzenlenen çalıştayda büyük projelere ve yatırımlara ev sahipliği yapma potansiyeli mevcuttur.

Enerji talebinin dünyada yaklaşık %30'u ve Türkiye'de ise %40'ı taş kömürü, linyit ve asfaltit gibi katı yakıtlardan karşılanmaktadır. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde ısınma ve elektrik enerjisi olarak kullanılmak üzere üretilen linyit ve taş kömürünün yanı sıra özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Şırnak il ve sınırlarında da bugüne kadar tahmin edilen yaklaşık 150 milyon ton civarında bir rezerve sahip asfaltit yataklarının olduğu bilinmektedir. Bu potansiyele istinaden asfaltit rezervlerinin belirlenmesine yönelik kamu-özel ortaklığında detaylı arama çalışmaları yapılmalı, bu çalışmalardan elde edilecek verilerin kapsamlı bir şekilde projelendirilmesi sağlanmalıdır. Şırnak bölgesinde üretilen asfaltitlerden ekonomik bir şekilde faydalanmak için öncelikle çevreye duyarlı akışkan yataklı sistemle çalışan Termik Santrallerin kurulumu teşvik edilerek bu termik santrallerde kömürü (asfaltit) tüketip elektrik enerjisi üretimi sağlanmalıdır.

Endüstriyel ve enerji hammaddelerine yönelik maden kaynakları bakımından zengin potansiyele sahip olan bölgede; asfaltit, fosfat, çimento hammaddeleri, mermer, bazalt, jeotermal kaynaklar ve petrol vb. madenler bulunmaktadır. Bu çalıştayda; Şırnak ili ve çevresinde yer alan maden potansiyelinin cevher zenginleştirme ve maden işletme açısından verimli şekilde değerlendirilmesi, mevcut işletmelerdeki sorunlara yönelik çözümler ve temiz kömür teknolojileri ele alınmıştır. Asfaltit kömürlerinin kalitesi cevher hazırlama ve cevher zenginleştirme yöntemleri ile artırılarak yüksek kalorili ve düşük kükürtlü,

çevre dostu kömür veya gazlaştırma, sıvılaştırma ve yerinde gazlaştırma gibi yöntemler kullanılarak ekonomiye kazandırılması hedeflenmiştir. Ayrıca asfaltit küllerinin içerisindeki uranyum, kadmiyum, molibden, nikel ve vanadyum gibi değerli kazanılabilir kıymetli elementler yeni bir teknoloji kullanılarak ekonomiye katkı sunması amaçlanmalıdır. Bölgenin yüksek çimento hammadde rezervleri kullanılarak çimento üretim tesisleri kurulması ile, bölge ve sınır komşularının çimento ihtiyacının karşılanması sağlanmalıdır. Şırnak ili ve çevresinde petrol rezervlerinin araştırılması elzemdir. Şırnak ilinin mevcut ve jeotermal potansiyelinin etkin kullanılması için yeni sondajların yapılması ile bölgenin turizm potansiyelinin artmasına katkı sunacaktır. Yukarıda bahsi geçen tüm araştırma alanlarında detaylı projelendirmeler ile iş sağlığı ve güvenliği mevzuatlarına uygun çalışılmalar yapılmalıdır. Bu araştırma olanaklarının yapılması için ilimizde detaylı analiz laboratuvarları kurulması gerekmektedir.

Şırnak ilinin sahip olduğu enerji ve maden potansiyeli ve mevcut durum göz önüne alınarak düzenlenen çalıştayda, projelerin uygulanabilirlik düzey ve ölçütleri hesaplanmış olup, tüm teknik ayrıntılar, çalıştay çıktı ve sonuçları DİKA tarafından verilen destek ile kitaplaştırıldı. İlin sahip olduğu enerji ve maden potansiyeli ve değerlendirilebilirliği konulu bu kitap, Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden çalıştayını sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda çeşitli kamu kuruluşların, özel sektör ve alanında öncü akademisyenlerin katkısı ile toplamda 25 kitap bölümünden oluşmaktadır. İlin yenilenebilir enerji ve maden potansiyeli hakkında sağlanan farkındalık sayesinde ilgili kamu kurum kuruluşlarının destekleri öncülüğünde özel ve tüzel teşebbüslerin yatırımlarının sürekli hale getirilmesi ve bu anlamda ilde yapılacak proje ve yatırımların ilk olma özelliği taşınmasına da dikkat çekilerek teşvik ve yatırımların artacağı öngörüsünde bulunmak mümkündür. Bu da ilin sosyo-ekonomisine büyük katma değer sağlayacaktır.

Çalıştayın icrasında birçok paydaşın emeği geçmiştir. Öncelikle şahsı ve temsil ettiği kurumu ile Şırnak'ın ve bölgenin tarihi, bilimsel, kültürel vb. değerlerini tanıtmaya büyük gayret gösteren ve çalıştayımızın paydaşı olan Dicle Kalkınma Ajansı Genel Sekreteri Sayın Yılmaz ALTINDAĞ' a ve çalışanlarına destekleri için şükranlarımızı sunuyoruz.

Enerji ve maden sektör paydaşlarını bir araya getiren çalıştayımızın gerçekleştirilmesinde büyük desteğinden dolayı Şırnak Valisi Sayın Mehmet AKTAŞ' a teşekkürlerimizi sunarız.

Şırnak ilinin misafirperverliğini tüm konuklarımızı ağırlayarak gösteren başta Belediye Başkan V. Sayın Turan BEDİRHANOĞLU' na ve Şırnak Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı Osman GELİŞ' e teşekkür ederiz.

Şırnak ilinde, böylesine büyük ve geniş katılımlı uluslararası bir organizasyonu gerçekleştirdiğimiz için çok mutluyuz. Bu organizasyonun gerçekleşmesinde bizlere büyük vizyon katan, Sayın Rektörümüz Prof. Dr. Mehmet Emin ERKAN' a müteşekkirimiz.

Çalıştayımızın gerçekleştirilmesinde büyük emek sarf eden tüm Bilim Kurulu, Düzenleme Kurulu üyelerine ve Sekreteryasına teşekkür ederiz.

Ayrıca, bilimsel araştırmaları ile katkı sağlayan, davetimizi kırmayarak buraya kadar gelen bütün akademisyenlere, Kamu kurum ve özel kuruluşların üst düzey yetkililerine, Enerji Sistemleri ve Maden mühendisliği Bölümü öğrencilerine teşekkür ederiz.

Doç. Dr. İbrahim Baz

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Dilan Alp

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Öykü Bilgin

Editör

AÇILIŞ KONUŞMASI



Doç. Dr. İbrahim Baz
Düzenleme Kurulu Başkanı

Sayın Valim, Sayın Rektörüm çok kıymetli misafirler ve sevgili Şırnaklılar, sizleri en kalbi duygularla selamlıyor, saygı ve hürmetlerimi sunuyorum.

Şırnak Üniversitesi kuruluşunun 10. yılını kutladığı bu günlerde, varlık sebebini doğru okuyarak kendisine çizdiği vizyon doğrultusunda bilim üretmeye devam etmektedir.

Üniversite olarak mahalli olanı universal alana taşımak, universal tecrübeyi şehrimize kazandırmak için yıllardır birçok bilimsel faaliyet gerçekleştirmektedir.

Bu konuda kampüse kapanmış bir akademik yapılanmaya ve anlayışa karşı çıkarak, bölgenin, ülkenin ve dünyanın gerçeklerine göre hareket etmeyi kendisine ilke edinmiştir.

Bu doğrultuda devletimizin kuruluşunun 100. yılında var ol istediği vizyona uygun şekilde üniversitemiz 2023 vizyonunu belirlenmiş ve bu konuda Şırnak şehrinin de uyumu için “Şırnak 2023 Vizyon Çalıştayı” düzenlenmiştir. Bu çalıştayda şehrin yapısal anlamda sorunlu olan 12 konusu, şehir halkının katılımı ve ilgili bütün paydaşların katkısı ile masaya yatırılmıştır. Sorunların tespiti yanında çözüm önerileri belirlenmiş, böylece şehrin yol haritası ortaya konulmuştur.

Bu çalıştayda ele alınan başlıklardan biri de Enerji ve Maden konusu idi. İşte bugün gerçekleştirdiğimiz Enerji ve Maden Çalıştayı, bir önceki çalıştayımızın detaylandırılması ve artık bir stratejiye dönüşmesinin aracı olacaktır. Vizyon çalıştayımızın kalan 11 konusu da bu şekilde ele alınarak detaylandırılacak ve böylece Şırnak Üniversitesi bulunduğu şehre yüksek bir katma değer sağlayacaktır. Şehrin mülki ve mahalli idaresi yanında ilgili kurum, kuruluş ve bakanlıklarımız içinde önemli bir veri oluşturacaktır.

Çalıştayımızın ortağı olan DiKA Genel Sekreteri Sayın Yılmaz Altındağ başta olmak üzere, bütün personeline katkılarından dolayı teşekkür ediyorum.

Çalıştayımızın bugüne ulaşmasına katkı sağlayan öğretim elemanlarımıza ve idari personelimize teşekkür ediyorum.

Ülkemizin çeşitli üniversitelerinden gelen bilim adamlarına ve araştırmacılara katkıları için müteşekkirim.

Sizleri saygı ve hürmetle selamlarlarken, programımızın başarılı bir şekilde geçmesini temenni ediyorum.

PROTOKOL KONUŞMALARI



Prof. Dr. Mehmet Emin Erkan
Şırnak Üniversitesi Rektörü

Sayın Valim, çok kıymetli misafirler ve sevgili Şırnaklılar, Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayına hoş geldiniz.

Sizleri şahsım ve yöneticisi olduğum Üniversitem adına en kalbi duygularıyla selamlıyorum.

Üniversite olarak hedefimiz Şırnak Bölgesi'nin sahip olduğu tarihi, kültürel ve iktisadi imkanları ülke gündemine taşıyarak, bölgemizin ekonomik kalkınmasına katkıda bulunmaktadır. Bilimsel anlamda gerçekleştirdiğimiz bu etkinlik vesilesiyle enerji ve maden konu başlıklarını uluslararası düzeyde tartıştığımız tüm envanterlerin bilme katkı sunduğu inancını taşıyarak yolumuza devam etmekteyiz.

Maddi ve manevi zengin kaynaklara sahibiz. Şırnak Üniversitesi olarak bu birikim ve değerlerin farkındayız. Bu çerçevede şehrimize, bölgemize ve bu minvalde ülkemize yapacağımız katkılar için kısa ve uzun vadeli projeler üretiyor ve gerçekleştiriyoruz.

2017 yılının Ekim ayında “Şırnak 2023 Vizyon Çalıştayı”nı gerçekleştirdik. Bu çalıştayda şehrimizin ve bölgenin öncelikli sorun ve ihtiyaçlarını tespit ettik. Risk analizlerini yaptık ve sonuçlarını kitaplaştırarak kamuoyu ile paylaştık.

Coğrafi konumumuz ve jeolojik durumumuz enerji ve maden konusuna öncelik vermemizi gerektiriyor. Şırnak'ın enerji ve maden potansiyelinin tespiti, bu konudaki avantaj ve risklerin tartışılacağı çalıştay Şırnak'ın gelecek planında önemli bir adım olacaktır.

Kurumlar arası birlikteliğimizi pekiştiren, ortak bir paydada buluşmamızı sağlayan bu çalıştayın gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen başta paydaşımız Dicle Kalkınma Ajansına, Şırnak Valiliğine, Şırnak Belediyesine, Ticaret ve Sanayi Odasına ve basınımızın değerli mensuplarına huzurunuzda bir kez daha teşekkürlerim sunarken bilimsel çalışmalara ve araştırmalara iyi bir

örnek teşkil edeceğine inandığımız bu çalıştayın sonucunda oluşturulacak kitabın da siz değerli okurlarla buluşması bizleri gururlandıracaktır. Ayrıca bu çalıştayın gerçekleşmesi noktasında davetimizi geri çevirmeyen GAP Bölge Kalkınma İdare Başkanı Sadrettin Karahocagil'e, Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Genel Müdürü Ömer Bayrak'a, DİKA Genel Sekreteri Yılmaz Altındağ'a, Maden Teknik Arama (MTA) Genel Müdür Yrd. M. Emrah Ayaz'a, MİGEM Genel Müdür Yrd. Mustafa Sever'e, GAP YENEV Merkez Müdürü Doç. Dr. Azmi Aktacı'ya, Batman Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Aydın Durmuş'a, AK Parti İl Başkanı İbrahim Halil Erkan'a, Şırnak Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı Osman Geliş'e, enerji ve maden alanında uzman katılımcılara Şırnaklı hemşehrilerime şükranlarımı sunuyorum.

Bilgi gücünü paylaştıkça güçleneceğimizi belirterek bundan sonra yapacağımız bilimsel çalışmalarımızda da desteklerinizi ve katılımlarınızı beklediğimi belirtmek isterim.

Saygılarımla.



Yılmaz Altındağ
Dicle Kalkınma Ajansı
Genel Sekreteri

Değerli okurlarımız;

Ajansımız bölgemizde sadece ekonomik ve maddi hususlarda faaliyet gösteren bir kurum değil, bölge kalkınmasında çok yönlü girişimlerde bulunmakta olan bir kurumdur. Bölgemizde ekonominin sosyal etkinliklerle de desteklenmesi gerektiği bilincindeyiz. Sosyal yönden bir gelişme ile desteklenen kalkınma hareketlerinin daha olumlu yansımalarının olacağı aşikardır. Bu bağlamda bizler bölgemizde çeşitli sosyal etkinlikler yaparak birden fazla hedefe aynı anda adımlar atabilmekteyiz. Ajansımız olarak hem bölgemizin tanıtımı hem de güzel sanatların icrası hususlarını tek çatı altında toplayabildiğimiz ve bir faaliyetten çok sayıda etkinlik türetebildiğimiz katma değeri yüksek projelerimize bir yenisini daha ekledik.

"Enerji ve Maden" konulu Çalıştayı Şırnak Üniversitesi işbirliği ile düzenleyerek bölgemizin tanıtımında etkili olabilecek ve ilin potansiyelini ortaya çıkaracak bir girişimde bulunduk. Bölgede gücünün yüksek olduğu önemli bir konuda dikkat çekmeye çalıştık. Bu kapsamda geniş katılımlı ve çok sayıda Üniversite'den çeşitli dallarda akademisyenlerimizin dahiliyetiyle güzel bir etkinlik gerçekleşti. Bu sayede bölgemizde hem bir farkındalık oluşturduk hem de enerji ve maden açısından potansiyeli de gözler önüne serdik. Bizim burada vurgulamak istediğimiz konu bölgemizin saklı olan değerlerini gün ışığına çıkarabilmek, kıymetli doğal ve insani değerlerini daha bilinir hale getirmektir. Bu tarz çalışmalarını gerçekleştiriyor oluşumuz enerji konusunu tamamen teknik mantık ile hem katılımcılara hem de ilgililere göstermek ve anlatabilmektir. Ayrıca kritik dönemde uyguladığımız faaliyetimiz ile olumsuz algının kırılıp bu bölgenin yeniden yaşanabilirliğini ön plana çıkarmaya da çalıştık. Mevcut huzur ortamını sergilemenin yanı sıra çok kıymetli bir bölge olduğunu da anlatabilmek için Ajansımız sosyal faaliyetlerine de devam edecektir.

Destek olduğumuz çalıştay sonucunda ortaya çıkan bu eserleri de sizlerle paylaşmak istediğimize. Bu hususta çalıştayın organizasyonundan, bir nihai çıktı olan okumakta olduğunuz rapora kadar Ajans olarak destek verilmiş olup, sizlerin sevecekte incelemeniz temennisini taşıyoruz.



Prof. Dr. Orhan Kural
İstanbul Teknik Üniversitesi
Maden Mühendisliği Bölümü

ULUSAL BİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK ASFALTİTLERİN KULLANIMI

Tüm endüstriyel üretimlerde kullanılan temel girdi olan enerjinin; yeterli miktarda, kesintisiz, en az maliyetle, ekolojiye en zarar veren yöntemlerle ve güvenilir bir şekilde sağlanması sürdürülebilir bir kalkınmanın temel şartlarından biridir.

Türkiye’de ekonomik büyüme ve tüketim kalıplarındaki gelişme ile birlikte artan enerji talebinin, yerli kaynaklar yerine ağırlıklı olarak dış kaynaklardan karşılanması; hem ulusal ekonomimiz açısından, hem ihracat hem ithalat arası dengenin hem de enerji arz güvenliği bakımından önemli bir sorundur. Küresel enerji tüketiminde fosil yakıtların ağırlığı tüm dünya ülkeleri için sürmektedir: %97,2 (1973) ve %91,6 (2011).

Hem bir enerji kaynağı hem de metalik elementler açısından bakıldığında önemli bir hammadde kaynağı olan asfaltit, petrol kökenli katı bir yakıttır. Yüksek yumuşama noktasına sahip doğal asfalt benzeri bir maddedir. Ülkemizin bilinen en önemli asfaltit yatakları Şırnak ilinin Merkez ve Silopi ilçelerinde yer almaktadır. MTA’nın yaptığı çalışmalara göre Şırnak ve çevresindeki asfaltit rezervi yaklaşık 46 milyon ton civarındadır.

Asfaltitin içerisinde ayrıca kıymetli elementler bulunmaktadır. Kadmiyum bunlardan birisidir. Bunun dışında molibden, nikel ve vanadyum gibi elementler de mevcuttur. Termik santrallerde akışkan yataklarla yakma sistemleri kullanılarak bu elementleri kazanabiliriz. Küller biriktirilip daha sonra teknoloji geliştikçe farklı yöntemlerle nadir elementleri ekonomimize bir artı değer olarak sunabiliriz. Yıllar yılı maalesef Şırnak asfaltitleri halka ev yakıtı olarak dağıtıldı, büyük bir hata idi. Sobalarda veya apartman kazanlarında asfaltit yakılması her şeyden önce kamu sağlığı için çok zararlı idi. Asfaltitlerin özel kazanlarda yakılıp kıymetli metaller içeren küllerinin ileride değerlendirilmek üzere stoklanması gerekirdi. Ayrıca termik santralde verimli bir yakma yöntemi ile Şırnak – Silopi bölgesinde, enerji elde edilmektedir.



Osman Geliş
*Şırnak Ticaret ve
Sanayi Odası Başkanı*

Bilindiği üzere Hz. Nuh, Hz. Âdem' den sonra insanlığın ikinci atasıdır. Güvenilir tarihi ve dini kaynakların belirttiğine göre; Hz. Nuh Tufanı, içinde bulunduğumuz Mezopotamya topraklarında meydana gelmiştir. Tufandan sonra Hz. Nuh'un gemisi de Cudi Dağına oturmuştur. Peygamberler diyarı olan bu topraklar büyük âlimlerin yetiştiği ve günümüzde de İslamiyet'in gelişmesine ev sahipliği yapan yerlerdir. Bu mübarek topraklar tekrardan insanlığı ve kadim milletleri bağrına basmaya hazırdır.

Ekonominin can damarı olan; kömür rezervleri, tarım faaliyetleri, hayvancılık ve Habur Sınır kapısıyla Şırnak ilimiz, hem bölge hem de ülke ekonomisine ciddi bir katkı sağlamaktadır.

Bereketli topraklar olarak bilinen Mezopotamya havzası yer üstü ve yer altı zenginlikleri ile bütün dünyanın dikkatlerini üzerinde toplamıştır. Mezopotamya'nın merkezinde olan Şırnak ilimiz özellikle yer altı zenginlikleri büyük önem arz etmektedir.

Nüfus artışı, kentsel gelişim ve sanayileşme ile birlikte dünyada enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Dünya nüfusunun 2040 yılına geldiğimizde 1,6 milyarlık bir artış ile 9 milyar seviyesine ulaşması beklenmektedir. Bu durum, daha fazla insana enerji arzı sağlanması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. İlimizde bulunan enerji kaynakları bu gerekliliğin karşılanmasında büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle Şırnak İline özgü Asfaltit madenlerimiz ile ilgili gerekli araştırmalar yapıldığı takdirde enerji ihtiyacının karşılanmasına ciddi katkılar sunacaktır.

İlimizde var olan maden rezervlerimizin üretimi için özellikle Çinko, Bakır ve Asfaltit madenleri olmak üzere MTA - MİGEM - TKİ gibi kuruluşların öncülüğünde gerekli sondaj, üretim ve pazar çalışmaları yapıldığı takdirde, başta

ülkemiz ekonomisi olmak üzere ilimiz ekonomisinin gelişmesine ve istihdamına gelecekte büyük bir katkılar sağlayacaktır.

Gün, ilimiz için kuvvetlerimizi birleştirip, ortak gayeler ve başarılar için yılmadan çalışma günüdür. Bu azimle ilimizde; huzur, barış, istikrar, refah ve istihdam üreten bir kurum olmak istiyoruz.

Uluslararası düzeyde yapılan, Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı ve bu çalıştay kitabının hazırlanmasında emeği geçen, Şırnak Valiliğimize, Belediye Başkanlığımıza, Üniversitemize, Dicle Kalkınma Ajansımıza ve katkı sunan tüm halkımıza teşekkür ederim.



Sadrettin Karahocagil
GAP Bölge Kalkınma
İdaresi Başkanı

GAP Projesi sadece altyapı çalışmalarından oluşmayan bunun yanında sosyal ve ekonomik bütüncül kalkınma modelini esas alan Cumhuriyet tarihimizin en büyük projelerinden bir tanesidir.

Enerji günümüzün en büyük gereksinimlerinden birisidir. Yaşanabilir bir çevrenin ve sürdürülebilir bir yaşamın, hem enerjinin temiz ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesi, hem de verimli kullanılması ile sağlanabileceği açıktır. Türkiye'nin 2017'de 288 bin GWh olan elektrik enerjisi talebinin 2023'de 368 bin GWh'a çıkacağı öngörülmektedir. Bu da 2018-2022 arasındaki 5 yıl gibi kısa bir sürede enerji talebinin %30'a yakın bir oranda çok hızlı artacağı anlamına gelmektedir. Bu hızlı artış gerekli önlemler alınmazsa enerjide dışa bağımlılığımızı arttırabilir.

Enerji'de dışa bağımlılığı azaltmak için, ülkemizde potansiyeli yüksek olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması önemli bir alternatiftir. Enerji üretiminde kaynak açısından dışa bağımlılığımızın azalması hedeflenirken, yerli üretimin gelişmemesi halinde sürecin teknolojiye dışa bağımlılığa kadar varabileceği açıktır. Bölgemizin, Güneş ve Biyokütle başta olmak üzere Yenilenebilir Enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Yenilenebilir Enerji Kaynakları devreye sokulurken Enerji Verimliliğini de azami düzeyde sağlayabilmemiz oldukça önemlidir. Bölgemizin Ortadoğu ülkelerine coğrafik yakınlığı düşünüldüğünde bu potansiyel değerlendirilirse Bölgemiz Enerji konusunda Ülke hedeflerine büyük katkılarda bulunabilir.

Şırnak ilimizde gerek yenilenebilir enerji gerekse maden alanında önemli kaynaklar bulunmaktadır. Şırnak'ta faaliyet gösteren kurumlarımız da uzmanlıklarıyla genç ve dinamik bir yapıya sahiptir. Şırnak, bu önemli potansiyeliyle çok önemli atılımlar yapmaya adaydır.

22-24 Mart 2018 tarihlerinde çok sayıda akademisyen ve teknik uzmanların katıldığı verimli bir çalıştay düzenlendi. Çalıştay sonucunda, katılan değerli uzmanlar ve akademisyenlerimizin katkılarıyla Şırnak İlimiz için çok önemli projeler ve kurumsal işbirliklerinin meydana geleceğine inanmaktayım. Valiliğimiz, Üniversitemiz ve Dicle Kalkınma Ajansımıza bu güzel organizasyon için teşekkür ederim.



Ömer Bayrak
*TKİ Kurumu Yönetim Kurulu
Başkanı ve Genel Müdür V.*

Enerji ve madencilikle ilgili ulusal birçok çalıştay ve kongre düzenlenmesine rağmen, genelde belli illerde yapılmakta olduklarından; bölgesel potansiyel ve sorunlara değinen etkinlikler son derece sınırlı kalabilmektedir. Bu anlamda ilki gerçekleştirilmiş olan “Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı” son derece faydalı bir etkinlik olmuştur.

Şırnak Üniversitesi ile Dicle Kalkınma Ajansının işbirliği; Şırnak Valiliği, Şırnak Belediyesi ve Şırnak Sanayi ve Ticaret Odası'nın desteği ile düzenlenen “Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı” 22-24 Mart 2018 tarihleri arasında Şırnak Üniversitesi'nde başarı ile tamamlanmıştır. Ülkemizin dört bir yanından, enerji ve maden alanında yetkin ve tecrübeli akademisyen, uzman, bürokrat ve özel sektör temsilcilerinin katılım ve katkılarıyla zenginleşen Çalıştay, özelde Şırnak'ın genelde bölge ve ülkemizin sosyo-ekonomik dengelerine olumlu yönde büyük katkılar sağlamış/sağlayacaktır.

“Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı”nda enerji ve maden konuları ile ilgili bilgi üretimi ve paylaşımı 100'e yakın uzman kişinin katılımı ile gerçekleşmiş ve bu önemli çalıştayın sonuçları bir araya toplanarak elinizde bulunan bu değerli kitabı oluşturmuştur. Kitap içeriğinde çalıştayda bahsedilen konularla ilgili makalelere yer verilmiş ve daha çok kişiye ulaştırılması ve bilimsel kaynak amaçlı kullanılması için bahsedilen tüm konular özenli bir şekilde Şırnak Üniversitesi tarafından bir araya getirilmiştir.

Yarım asıra yakın bir süredir bölgede birçok madencilik çalışmasının öncülüğünü yapmış bir Kurumun temsilcisi olarak Şırnak asfaltitlerinin bölge ekonomisinin gelişmesi, işsizliğin azalması ve kalkınmanın sağlanması açısından son derece önemli olduğunu özellikle belirtmek istiyorum.

Yörenin yalnızca enerji ve madencilikle ilgili potansiyelinin ve sorunlarının tartışıldığı bir platform olmaktan ziyade aynı zamanda toplumsal bağları

güçlendiren ve insanları ortak bir paydada birleştiren güzel bir etkinlik olduğu için “Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayını”nın amacına ulaştığını ve geleceğe yönelik yeni etkinliklerin düzenlenmesi açısından bir motivasyon kaynağı oluşturduğunu düşünmekteyim.

Kitapta yer alan birbirinden değerli makalelerin yazarlarına teşekkür ediyor, ayrıca Şırnak Üniversitesi ve yöre sakinlerine gösterdikleri ev sahipliği ve misafirperverlik için de şükranlarımı sunuyorum.



Turan Bedirhanoglu
Şırnak Belediye Başkan V.

Sayın valim, kıymetli misafirler ve sevgili Şırnaklılar. Sizleri saygı ve hürmetle selamlıyorum. Yaşadığımız bu kadim coğrafyaya nasıl faydalı olabiliriz, daha fazla neler yapabiliriz sorularına ilişkin nasıl çözümler üretebiliriz gayreti içerisindeyiz. Öncelikli hedefimiz, Şırnak ilimize ve bütün bölge halkına en iyi belediyeçilik hizmetlerini sunmaktır. Bu şehre hizmet etmeyi hayatımın en onurlu görevlerinden biri olarak görmekteyim. Çünkü bu şehir, yalnız Hz. Nuh'ı misafir etmekle kalmamış, yüzyıllar boyu farklı etnik ve dini grupların huzur ve kardeşlik içerisinde yaşadığı bereketli bir diyar olmuştur. Bu şehre hizmet etmeyi tarihi mirasa sahip çıkmak olarak görüyor ve bu bilinçle hizmet etmeye çalışıyorum.

Modern caddeler, aydınlık sokaklar, geniş ve yemyeşil parklarla Şırnak halkı hak ettiği güzellikleri yakın zamanda görecektir. Bu güzellikleri yaşanırken, genç ve işsiz nüfusun yoğun olduğu ilimizde Şırnak Üniversitesi istihdam yaratmaya dair proje fikirleri ile öncü paydaşlarımız arasındadır. Bu vesileyle Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı'nı düzenleyen Şırnak Üniversitesi ve Dicle Kalkınma Ajansına teşekkür ediyorum. Şırnak'a vizyon katacak bu çalıştayın sonucunda düzenlenen kitap ile yıllardır şehrimizi doyuran maden ocaklarının daha kaliteli ve katma değeri daha yüksek şekilde işletme imkanları ortaya çıkacaktır.

Şehrimize vizyon katacak Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı'nın başarılı geçmesini temenni ediyor, saygı ve hürmetlerimi sunuyorum.



Mehmet Aktaş
Şırnak Valisi

Şehrimize teşrif eden kıymetli misafirler, kadim toprakların kavşağında yer alan Şehr-i Nuh'a yani Şırnak'a hoş geldiniz, şeref verdiniz. Sizleri en derin sevgi ve saygı ile selamlıyorum.

Bilindiği üzere Şırnak yukarı Mezopotamya'da ve Bereketli Hilal dairesinde yer alan coğrafi konumu kadar, Hz. Nuh'un gemisinin son durağı olan Cudi dağına da ev sahipliği yapmaktadır. Bir nevi bütün insanlığın ayak izlerini, peygamberlerin mana soluğunu, ilim ve irfan sahiplerinin emeğini ve terini sırtında taşımaktadır. Yine bilindiği üzere Cudi bereket demektir. Bu bereket yalnız ifade etmiş olduğum tarihi ve manevi zenginlik değil başta kömür, asfaltit ve petrol olmak üzere maddi zenginliği de ifade etmektedir.

Ancak üzülererek ifade etmek gerekir ki Şırnak sahip olduğu bu değerleri yeteri kadar bilmemekte, tanımamakta ve istifade edememektedir. İnşallah üniversitemizim yapacağı çalışmalarla bu bilinç arttırılacaktır. Bilgi paylaştıkça değerlenecektir.

Her zaman her fırsatta belirttiğim, altını özellikle çizdiğim bir hususu burada da vurgulamak istiyorum. Bir yandan şehrimizi en modern şekilde inşa ederken bir yandan da Şırnaklı hemşerilerimizle el ele, gönül gönüle Şırnak'ta Nuh Nebi'nin ve onun gölgesinde yetişen alimlerin ve ariflerin ruhunu yeniden yaşatabilmenin gayreti içerisindeyiz.

Şırnak Üniversitesi kurulduğu yıldan bugüne kadar ilimize sadece eğitim hizmeti vermekle yetinmemiş, aynı zamanda şehrin fiziki ve sosyal dokusuna hayat verecek projelerin içerisinde öncü olmuştur.

Bu vesileyle programa emeği geçen kurumlarımıza ve katılımcı hocalarımıza ve organize heyetine teker teker teşekkür ediyorum. Şırnak Üniversitemiz ve Dicle Kalkınma Ajansımızın birlikte organize ettikleri Enerji ve Maden Çalıştayı üniversite ve sanayi işbirliğinin önünü açacak girişimlerden biridir. Burada

sunulan tebliğler, yapılan tespitler ve ortaya çıkacak yol haritası valiliğimizce titizlikle takip edilecek ve atıl duran potansiyelin aktif hale gelmesi için gerekli bütün çalışmalar başlatılacaktır.

Daha müreffeh bir Şırnak'ta buluşmak dileği ile hepinizi tekrar yürekten selamlıyor, programın başarılı bir şekilde tamamlanmasını temenni ediyorum.

BİYOKÜTLE VE GÜNEŞ ENERJİSİNİN KIRSAL ALANLARDA HİBRİT KULLANIM OLANAKLARI

Günnur Koçar¹

Ahmet Eryaşar²

ÖZ

Fosil kaynaklar bakımından yetersiz olan ülkemiz, enerji bakımından yaklaşık %70 oranında dışa bağımlı durumdadır. Ülkemizde sürekli artan elektrik enerjisi fiyatları ve bunun paralelinde artan enerji talebi, geleneksel yöntemlerle fosil yakıtlardan elde edilen enerjiyi çok daha pahalı kılarken, ülkemizin konumu itibarıyla mevcut olan yüksek rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli, değerlendirmeye hazır kaynaklar olarak göze çarpmaktadır. Ancak dünyada da kullanımı gün geçtikçe artan güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarında, en büyük sorun sürekliliğin olmamasıdır. Bu sorunun çözümü açısından farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının birlikte kullanıldığı hibrit sistemler uygulama alanı bulmaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli açısından çok şanslı olan Türkiye’de, coğrafik yapı ve toprakların biyokütle üretimi açısından elverişli olması, halkın tarımsal faaliyetlerle iç içe yaşaması ve başta kırsal bölgeler olmak üzere biyokütle enerjisi ile ilgili taleplerin artması, biyokütle enerjisini de önemli hale getirmektedir. Bunun içindir ki, bu bölümde ülkemizin biyokütle ve güneş enerjisi potansiyeli irdelenmiş ve kırsal alanlarda her iki kaynağın birlikte kullanılabileceği hibrit sistemler araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle enerjisi, Güneş enerjisi, Yenilenebilir enerji kaynakları, Hibrit sistemler.

Hybrid Use of Biomass and Solar Energy in Rural Areas

ABSTRACT

Our country, which is inadequate in terms of fossil resources, is approximately 70% outsourced in terms of energy. The ever increasing electricity energy prices

- 1 Biyokütle Enerji Sistemleri ve Teknolojileri Merkezi (BESTMER), Güneş Enerjisi Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, gunnur.kocar@ege.edu.tr
- 2 Biyokütle Enerji Sistemleri ve Teknolojileri Merkezi (BESTMER), Güneş Enerjisi Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye, ahmet.eryasar@ege.edu.tr

and the increasing energy demand make the energy obtained from fossil fuels much more expensive with traditional methods, while the current high wind and solar energy available in our country are seen as potential resources to evaluate. However, the biggest problem is the lack of sustainability in renewable energy sources such as solar and wind which is increasingly used in the world. From the point of view of solving this problem, hybrid systems with different renewable energy sources are found to be applied. Turkey is located in an advantageous position in the Middle East and Southeast Europe for solar energy. In addition, geographical structure and land are favorable in terms of biomass production, people's living together with agricultural activities, and the increase in demand for biomass energy, especially in rural areas, makes biomass energy also important. For this reason, in this study, the potential of biomass and solar energy of our country has been examined and hybrid systems in which both sources can be used together in rural areas have been investigated.

Keywords: Biomass energy, Solar energy, Renewable energy sources, Hybrid systems

1. GİRİŞ

Dünya Bankası sınıflandırmasına göre Türkiye; gelişen ve üst-orta gelir seviyesinde olan bir ülkedir. Bu durumda endüstrimiz gelişmekte ve ihtiyaç duyulan enerji miktarı da zaman içerisinde artmaktadır. OECD ülkeleri içinde enerji tüketimindeki artışının en yüksek olduğu ülkeler arasında yer alan Türkiye’de, birincil enerji arzında sırasıyla petrol (%33), kömür (%25) ve doğalgaz (%23) ilk üç sırayı paylaşmaktadır. Ancak bu üç kaynaktan petrol ve doğalgaz ülkemizde çok az miktarlarda yeryüzüne çıkarılmakta ve enerji talebi ile kullanılan enerji kaynaklarının yoğunluğu kıyaslandığında, söz konusu kaynakların artan enerji talebinin karşılanmasında çok yetersiz olduğu bilinmektedir. Elektrik enerjisi üretimi çoğunlukla, termik santraller tarafından kömür, linyit, doğalgaz ve akaryakıt kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi ise, henüz bekleneni karşılayabilir durumda değildir. Bu nedenle, fosil enerji kaynakları ithal edilerek kullanıma sunulmaktadır.

Buna ilaveten fosil enerji kaynaklarının kullanımı, çevreye zarar vermekte ve sera gazı emisyonlarının artmasına da neden olmaktadır. 16 Şubat 2005 tarihinde, 192 ülkeyle birlikte Türkiye’nin de katıldığı Kyoto Protokolü kapsamında, ülkeler küresel ısınmaya neden olan sera gazı ve tüketim kaynaklı karbondioksit emisyonlarını belirli oranlarda düşüreceklerine dair imza atmışlardır. Ekim 2015 tarihinde Paris’te düzenlenen “2015 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı”nda, ülkeler planlı olarak belirlenmiş ulusal katkı [Intended Nationally Determined Contributions (INDCs)] bildireceklerini sunmuşlardır. Türkiye’nin, diğer 132 ülkeyle birlikte sunduğu ulusal katkı bildirisinde odaklanılan konular;

- Yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı ve elektrik enerjisinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesinin artırılması,
- Uygun sektörlerde atık/artıkların kullanımıyla alternatif enerji kaynaklarının üretilmesi,
- Alternatif enerji kaynaklarının üretimi ve kullanımına ilişkin desteklerin artırılması,
- Atık ve artıkların ikincil hammadde olarak tekrar kullanımı ve geri dönüşümüyle enerji üretimi,
- Atık/artıkların biyo-kurutma, biyometanizasyon (biyogaz üretimi), kompostlama ve ısıl yöntemler gibi proseslerle geri kazanımı ve enerji üretimi,
- Çöp alanlarından metan gazının geri kazanımı ve yönetimi,
- Endüstriyel atık ve artıkların alternatif hammadde veya alternatif yakıt olarak kullanımı,
- Hayvan çiftliklerindeki atıkların kontrol ve yönetimi için, atıkların değerlendirilmesi şeklindedir.

Ayrıca Türkiye'nin yayınladığı INDC_s bildirgesi, ulusal iklim değişikliği politikasına atıf yapılarak;

- 10. Ulusal Kalkınma Planı,
- İklim Değişikliği Ulusal Strateji Planı,
- Ulusal İklim Değişikliği Hareket Planı,
- Ulusal Endüstri Strateji Planı,
- Enerji Verimliliği Strateji Planı,
- Geri Dönüşüm Ulusal Strateji ve Hareket Planı,
- Sera Gazı Emisyonunun İzlenmesi, Raporlanması ve Doğrulanması ile İlgili Ulusal Yasal Düzenleme,
- Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Stratejisi Dokümanı (2014-2023) ve Hareket Planı (2014-2016)

gibi bazı ulusal kalkınma ve strateji planlarıyla da desteklenmektedir.

Bu bildirgeye göre, Türkiye'de 2030 yılına kadar sera gazı emisyon değerinin %21 oranında azaltılması amaçlanmıştır. Bu hedeflere ulaşılabilmesi ve sera gazı emisyon değerinin azaltılabilmesine ilişkin öngörülen faaliyetlerin gerçekleştirilebilmesi için ülkemizin yenilenebilir enerji konusunda yeni yaklaşımlar benimseyerek, yeni ve alternatif enerji teknolojileri ile yerli enerji üretimine yönelmesi gerekmektedir. Petrol ve kömürden sonra üçüncü sırada yer alan ve %99,4 oranda yurtdışından ithal edilen doğalgaza alternatif olarak,

özellikle son 10 yılda yerli teknoloji ve yerli sermaye ile üretilen biyogazın ön plana çıktığı gözlenmektedir. Bu durum, tüm dünya ülkeleri ile birlikte Türkiye'nin de, yenilenebilir enerji teknolojileri konusundaki çalışmalarına hız kazandırması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Türkiye yenilenebilir enerjiler bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Güneş, biyokütle, rüzgar ve jeotermal enerji kaynakları açısından bakıldığında, yurdumuzun farklı kesimlerinde coğrafi yapı, bitki örtüsü, kültürel ve yer altı zenginliklerine bağlı olarak değişkenlik gösteren enerji türlerine uygun enerji sistemleri kurulmaya, işleme alınmaya, enerji üretimi ve kullanımı konusunda yeni girişimlerde bulunulmaya başlanmıştır. Birçok ülke artan enerji talebine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımıyla cevap vermeye çalışmaktadır. Ancak dünyada kullanımı gün geçtikçe artan güneş ve rüzgar gibi yenilenebilir enerji kaynaklarında, en büyük sorun sürekliliğin olmamasıdır. Bu sorunun giderilmesinde, sürekliliği olmayan enerji kaynaklarının birlikte kullanımı düşüncesinden hareketle uygulama alanı bulan hibrit sistemler önem kazanmaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli açısından çok şanslı olan Türkiye'de, coğrafi yapı ve toprakların biyokütle üretimi açısından elverişli olması, halkın tarımsal faaliyetlerle iç içe yaşaması ve başta kırsal bölgeler olmak üzere biyokütle enerjisi ile ilgili taleplerin artması, biyokütle enerjisini de önemli hale getirmektedir. Bunun içindir ki bu bölümde, ülkemizin biyokütle ve güneş enerjisi potansiyeli dikkate alınarak kırsal alanlarda her iki kaynağın hibrit kullanım olanakları araştırılmıştır.

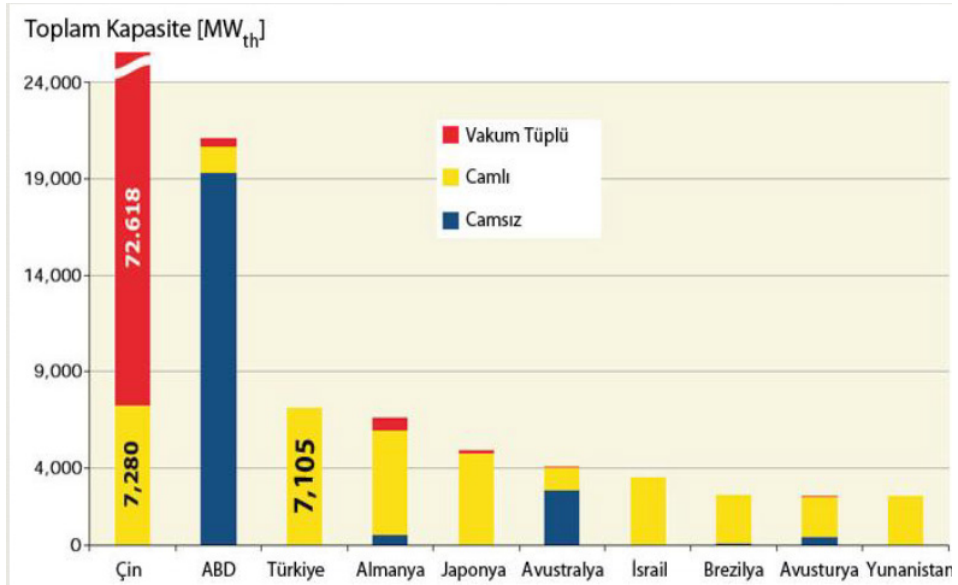
2. GÜNEŞ ve BİYOKÜTLE ENERJİ POTANSİYELİ

2.1. Güneş Enerjisi

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülkeler açısından oldukça önemli bir konuma geldiği günümüzde, bu konuda yapılan çalışmalar da artmaktadır. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları ve özellikle güneş enerjisi açısından büyük bir potansiyele sahip olan Türkiye'de, yenilenebilir enerji sektöründe önemli gelişmeler olmakta ve sektörün iyileştirilmesi adına birçok çalışma yapılmaktadır. Dünya'daki uygulamalara bakıldığında, güneş enerjisinden ısı ve elektrik üretimi şeklinde iki amaçla yararlanıldığı görülmektedir. Üretilen ısı ve elektrik farklı uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin ısı, kullanım sıcak suyu eldesi, mekan ısıtma, soğutma, kurutma, sera ısıtma, buhar üretimi, kimyasal eldesi gibi uygulamalar için üretilmektedir. Elektrik ise aydınlatma, soğutma, kimyasal eldesi gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Isı üretiminde düşük ve orta sıcaklıkların elde edilmesi düzlemsel veya vakum borulu kolektörlerin kullanılmasıyla, yüksek sıcaklıkların eldesi ise yoğunlaştırıcı/odaklayıcı kolektörler ile gerçekleştirilmektedir. Elektrik üretimi ise fotovoltaiik etkiden yararlanılarak güneş pilleri ile doğrudan gerçekleştirilmektedir. Yoğunlaştırıcı/ odaklayıcı kolektörlerle elde edilen ısının kullanılması ile buhar elde edilerek

dolaylı olarak elektrik üretimi de mümkündür. Son yıllarda güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik (PV) modüllerin sıcaklıktan olumsuz etkilenecekler verim kaybını azaltmak ve belli bir alandan maksimum enerji dönüşümü (elektrik+termal) sağlamak için, güneş enerjisinden ısı enerji üreten termal kolektörler ile fotovoltaik modüllerin optimum bir şekilde birleştirilmesi prensibine dayanarak ortaya çıkan hibrit fotovoltaik/termal (PV/T) sistemler de ticari olarak uygulanmaya başlanmıştır.

Güneş kolektörlerinin kullanımında ülke dağılımlarına bakıldığında en büyük payın, dünyadaki toplam kurulu ısı kapasitenin %70'ine sahip olan Çin'de olduğu görülmektedir. Çin'i sırasıyla ABD, Almanya ve Türkiye izlemektedir (Şekil 1).

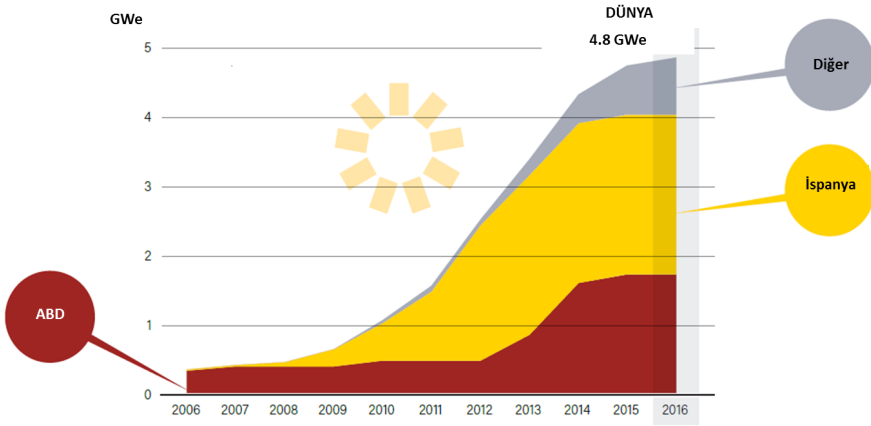


Şekil 1. Dünyada Güneş Kolektör Kapasitesinin Ülkelere Göre Dağılımı

Dünyada sıcak su eldesi amacıyla güneş kolektörlerinin kullanımı, farklı şekillerde teşvik edilmektedir. Türkiye'de ise yerel yönetimlerin, sanayi birliklerinin, sivil toplum kuruluşlarının bu konudaki altyapı destekleri, teşvikleri ve yatırımları sınırlı düzeydedir. Türkiye'de özellikle evsel sıcak su hazırlama gibi düşük sıcaklık uygulamaları, güneş ısı sistemler konusunda en yaygın olarak kullanılan uygulamalardır. Bunun başlıca nedenleri; bu sistemlerin maliyetlerinin düşük, imalatlarının nispeten kolay, bakım-onarım ve işletme giderlerinin az olmasıdır. Ülkemizde 2017 yılı sonu itibari ile toplam kurulu güneş kolektör alanının yaklaşık 20.000.000 m²'ye ulaştığı ve 823.000 TEP (Ton Eşdeğer Petrol) ısı enerjisi üretildiği belirlenmiştir. Türkiye'de, 1970'li yılların sonlarından itibaren faaliyet gösteren ve dünya çapında büyük kapasiteye ulaşmış güneş enerjili sıcak su sistemlerini üreten büyük bir sanayi mevcuttur. Çoğunluğu

İç Anadolu, Ege ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaşmış olmakla beraber, Türkiye çapında irili ufaklı 150 civarında üretici firma bulunmaktadır. Bu firmaların içinde yıllık 500.000 m² üretim kapasitesine sahip, büyük firmalar da vardır. Türkiye, yıllık 2 milyon m² üretim ile düz plaka güneş kolektörü üretiminde dünya liderleri arasındadır. Üretilen bu düzlemsel kolektörlerin, her yıl yaklaşık %10'luk kısmı yurtdışına ihraç edilmektedir. Ayrıca son yıllarda az da olsa, vakum borulu kolektörlerin de üretimine başlanmıştır.

Güneş enerjisi ile ısı üretiminin bir başka uygulama alanı ise, yoğunlaştırıcı/ odaklayıcı kolektörler kullanarak elektrik elde edilmesidir. Bu tip uygulamalar, yoğunlaştırıcı güneş ısı gücü (CSP) sistemleri olarak isimlendirilmektedir. 2016 yılında bu sistemlerin kurulu güçlerinin, 2014 yılına göre 420 MW_e artarak 4800 MW_e'e ulaştığı belirtilmektedir. Bu sistemlerin yaklaşık %90'lık kısmı, İspanya ve ABD'de bulunmaktadır (Şekil 2). 1984 yılında bu sistemlerin dünyadaki kurulu güçlerinin 14 MW_e olduğu gözönüne alınırsa, teknolojinin gelişimi daha rahat anlaşılabilir. 2007-2016 yılları arasında yıllık ortalama kapasite artışının %40 düzeyinde olduğu görülmektedir. Parabolik oluklu tip CSP sistemleri, %95 oran ile pazarda oldukça baskın durumdadır. 2016 yılı içinde yapımı devam eden CSP sistemlerinin %75'i de, parabolik oluklu tip CSP teknolojisine sahiptir. Kule tipi CSP sistemleri ise, yapımı devam eden santraller içinde %18 oranda pay almaktadır. Bunları Fresnel tip (%6) izleyiciler ile parabolik çanak tip CSP sistemleri izlemektedir. 2012 yılında, ilk ticari CSP-biyokütle hibrit enerji santrali hayata geçirilmiştir. Türkiye'de ise 5 MW_{th} kurulu güce sahip bir kule tipi CSP santrali, 2013 yılında Mersin'de devreye alınmıştır.

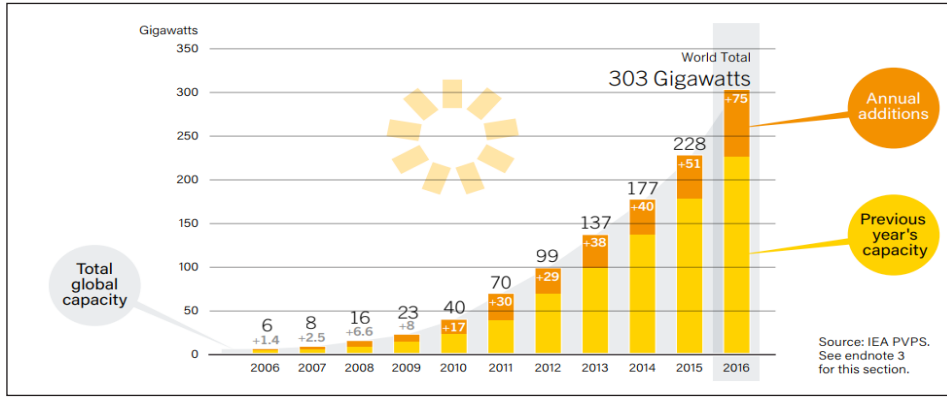


Şekil 2. Dünyada Güneş Isıl Kurulu Gücünün Ükelere Göre Dağılımı

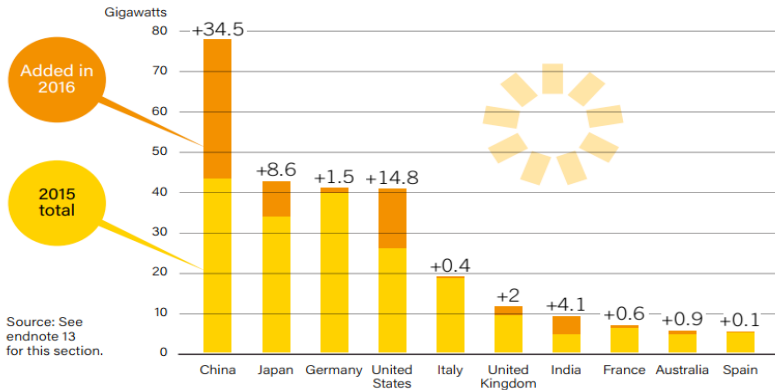
Elektrik üretiminde kullanılan fotovoltaik sistemler açısından ise küresel ölçekteki ekonomik zorluklara ve gerilemelere rağmen, son 10 yılda ciddi büyüme kaydedilmiştir ve bu artış eğilimi sürmektedir. 2014 yılında 40 GW'lık

artışla dünya FV kurulu gücünde gerçekleşen rekor büyüme sonrasında kümülatif toplam kurulu güçte 177 GW değerine ulaşılmış, 2016 yılında ise 75 GW civarındaki bir rekor artışla toplam kurulu güç 303 GW'a çıkmıştır (Şekil 3). Fotovoltaik kurulu gücün ülkelere göre dağılımı incelendiğinde, 2016 yılı sonu itibarıyla en yüksek paya sahip olan Çin'i, sırasıyla Japonya, Almanya, ABD ve İtalya'nın izlediği görülmektedir (Şekil 4).

Türkiye'de ise 2014 yılında 55 MW olan fotovoltaik kurulu gücü, 2015 yılında 248.8 MW'a yükselmiştir. 2017 yılı sonu itibarıyla, işletmede bulunan 3.421 MW'lık kurulu güce sahip 3.616 adet güneş enerji santrali, Türkiye toplam kurulu gücünün yaklaşık %4'üne karşılık gelmektedir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi, 2017 yılında 2.684 GWh olarak gerçekleşmiştir, ki bu da elektrik üretimimizin %0,91 oranında güneşten elde edildiği anlamına gelmektedir. Kurulu güç değerinde gözlenen bu artış umut verici olsa da, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli dikkate alındığında yeterli düzeyde değildir.



Şekil 3. Dünya Fotovoltaik Kurulu Gücündeki Değişim



Şekil 4. Dünyada Fotovoltaik Kurulu Gücünün Ünelere Göre Dağılımı

2.2. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, canlılar tarafından üretilen ve bileşim olarak organik karbon içeren maddelere verilen genel isimdir. Tarım ve orman ürünleri, evsel organik atıklar, tarımsal/hayvansal atıklar ve organik endüstriyel yan ürünler/atıklar, yüksek üretim miktarları nedeniyle gündemde bulunan biyokütle kaynaklarıdır. Bahsi geçen biyokütle kaynakları fosil bazlı kaynaklar yerine kullanılarak biyoenerji, endüstriyel kimyasallar ve çeşitli tüketim maddeleri gibi yüksek katma değerli biyoyürünlerin üretiminde kullanılabilecek olan maddelerdir.

1973 yılından bu yana temel enerji planları, tam olarak uygulanamamış veya ölçülebilir değerler içermemiş olmasına rağmen, herkes tarafından kabul edilmiştir. Günümüzde ise, enerji senaryosuna ilişkin hedeflenen değerleri gerçekleştirebilmek için yenilenebilir enerji kullanımı düzgün bir oranla arttırılmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketiminin yaklaşık %70'i biyokütleden ve özellikle de, %55'i katı biyokütleden karşılanmaktadır. Biyogaz ve diğer biyoyakıtlar ise tüketilen diğer biyokütle enerji kaynaklarıdır. Hedeflenen artış oranı, katı biyokütlenin merkezi güç sistemlerinde kullanımında 9 PJ, ulaşım için sıvı biyoyakıt kullanımında 8 PJ, biyogaz üretiminde 14 PJ artış ile desteklenmektedir. Böylece 2010 yılında toplam elektrik üretimi içinde %33 olan yenilenebilir enerji kaynaklarının payının, 2020 yılında %50'ye ulaşması öngörülmektedir.

Avrupa Birliği (AB) için de, 2020 yılında ulaştırma sektörü enerji talebinin %10 oranında biyokütle ile karşılanması hedeflenmekte, geçmişte olduğu gibi günümüzde de biyoenerji uzun dönem enerji stratejileri içinde her alanda büyük rol oynamaktadır. Bu hedefle, gerek kara taşımacılığı gerekse hava veya deniz taşımacılığında yenilenebilir yakıtların egemen olacağı öngörülebilmektedir. Ancak günümüz biyoyakıt teknolojileri, düzenleyici değişiklikler, hammadde ve son ürün fiyatları ile bu hedefe ulaşamayacağı görülmektedir. Bu noktada, Avrupa Endüstriyel Biyoenerji Girişimciliği (EIBI) tarafından risklerin belirlenmesi ve olası finans kaynaklarının paylaşılması yardımıyla yenilikçi biyoenerji değer zinciri oluşturulmuş, 2010-2012 uygulama planı hazırlanmıştır. On yılı aşkın süredir AB'de, termokimyasal ve biyokimyasal metotlara dayalı üretim teknolojilerinin geliştirilmesi için önemli çabalar harcanmıştır.

Dünya genelinde ve özellikle Avrupa'da, enerji alanına yönelik modern biyokütle teknolojisi hızla gelişmektedir. Çin ve Hindistan gibi kırsal nüfusu yüksek ülkeler küçük ölçekli ve kalifiye eleman gerektirmeyen uygulamalara giderken, Danimarka, İsveç, Almanya gibi gelişmiş ülkeler ileri teknolojiye dayalı, kombine ısı ve elektrik üretimi gibi yüksek verimli, orta ve büyük ölçekli uygulamalara ağırlık vermektedir. Brezilya da, tropik iklim kuşağında bulunmasının avantajını da kullanarak, özellikle enerji bitkilerinden biyoyakıt

ve atık/atıksuların anaerobik arıtımından biyogaz eldesi konularındaki çalışmalarla dikkat çekmektedir. Dünyada son yıllardaki ağırlıklı çalışma konuları ise biyokütleden hidrojen eldesi, biyoyakıtların daha verimli ve temiz kullanılabilmesi gibi yöntemlerdir. Biyokütle enerjisi ile ilgili çalışmaların artırılması ile birlikte ülkeler 2020 yılına kadar, biyoyakıt üretiminin daha verimli bir hale gelmesi, kapasite artırımı ve kullanım oranının yükseltilmesi konularında hedefler belirlemişlerdir.

Ülkemizdeki yoğun tarım ve hayvancılık faaliyetleri, önemli orman varlığı ve tarıma elverişli topraklar dikkate alındığında, biyokütle enerji teknolojisi ve bu konuyla ilgili kurulabilecek sistemler sürdürülebilirlik kapsamında önem kazanmaktadır. Biyokütle enerjisi potansiyel açısından, ülkemiz için en önemli ve avantajlı yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Ülkemizin coğrafik yapısı ve topraklarının biyokütle üretimi açısından elverişli olması, halkımızın tarımsal faaliyetlerle iç içe yaşaması ve başta kırsal bölgeler olmak üzere biyokütle enerjisi ile ilgili taleplerin artması, biyokütle enerjisini ön sıralara taşımaktadır. Türkiye toplam nüfusunun (yaklaşık 74 milyon) yaklaşık %35'lik kısmı, tarımsal faaliyetlerle ilgilenmektedir. Ülkemiz topraklarının yaklaşık %55,6'sı ekilebilir alanlardan oluşurken, bu alanın %15'ini de ormanlar kaplamaktadır. Kullanılan tarım ve orman alanlarının toplamı yaklaşık 60 milyon hektardır. 21,2 milyon ha orman alanına sahip ülkemizde, orman atık/artıklarının değerlendirilmesi sonucunda 35,7 milyon GJ enerji elde edilmesi mümkün olabilecektir.

Türkiye'nin yaklaşık 36,6 milyon hektar olarak belirtilen toplam tarım alanının, 4 milyon hektarının çeşitli sebeplerden dolayı kullanılmadığı ve hali hazırda ekili alanın 28 milyon hektar olduğu rapor edilmiştir. Kullanılmayan alanlarda enerji bitkileri yetiştiriciliğinin yapılması durumunda, 320 PJ/yıl kadar enerjinin geri kazanılabileceği öngörülmektedir. Ülkemizde bulunan 36,6 milyon hektar alan tam kapasite ile kullanılabilir ise, 77 milyon ton tarımsal biyokütle potansiyeli ortaya çıkacaktır. Tarımsal üretim açısından ülkemizde ilk başta %76 oran ile tarla ve bahçe bitkileri yetiştiriciliği yer alırken, bunu sırasıyla hayvan yetiştiriciliği, ormancılık ve balıkçılık takip etmektedir. Bu dağılıma göre, ilk başta yer alan tarla bitkileri yetiştiriciliğinin %67, sebze yetiştiriciliğinin %20 ve meyve yetiştiriciliğinin %14 oranda gerçekleştirildiği göz önüne alındığında, elde edilen artık potansiyelinin de sırasıyla, %88, %9 ve %3 olduğu dikkat çekmektedir.

Ülkemiz genelinde yaygın olarak yetiştirilen tarla bitkilerinden yılda 110.554.660 ton artık elde edilmektedir (Tablo 1). En fazla atık/artık buğday ve arpa yetiştiriciliği sonrası ortaya çıkmakta, bunları mısır ve pamuk atık/artıkları izlemektedir. 2017 yılı verilerine göre, bu bitkilerin üretimi sonrası yaklaşık 96,5 milyon ton/yıl olarak verilen toplam artık miktarının potansiyel enerji

karşılığı, 454,6 milyon GJ olarak belirlenmiştir. Meyve üretimi atıklarının toplam yıllık enerji değeri ise yaklaşık 75 milyon GJ'dür. Bu değerin, %56'sını fındık ve %30'unu da zeytin atıkları oluşturmaktadır. Genel olarak irdelendiğinde, tarla ve bahçe bitkileri yetiştirildiği sonrasında açığa çıkacak atık/artıkların kullanılmasıyla, yaklaşık olarak 909 PJ/yıl enerji üretimi mümkün olabilecektir.

Tablo 1. Tarımsal Artık Potansiyelinin Dağılımı (Tarla Bitkileri Yetiştiriciliği)

Bitki Türü	Artık Miktarı (ton/yıl)	İllere Göre Dağılım Sırası
Mısır	29.972.983,5	İzmir Konya Sakarya
Buğday	29.882.593,5	Konya Şanlıurfa Ankara
Şeker Pancarı	15.012.147,0	Konya Yozgat Aksaray
Pamuk	9.103.680,0	Şanlıurfa Adana Aydın
Arpa	10.643.770,5	Konya Ankara Şanlıurfa
Fiğ	6.486.854,5	Samsun Erzurum Kars
Ayçiçeği	2.979.596,8	Konya Edirne Adana
Diğerleri	6.473.034,6	
TOPLAM	110.554.660,4	

Ancak potansiyel olarak yüksek olan tahıl ürünlerinin gıda endüstrisinde kullanılması ve aynı zamanda besin değerlerinin yüksek olması, biyokütle enerji kaynağı olarak kullanımlarını engellemektedir. Bu durum, ikinci nesil biyoyakıtlara yönelimi sağlamıştır. İkinci nesil biyoyakıt üretiminde, gıda değeri olmayan ve başka alanlarda verimli bir kullanım olanağı bulunmayan biyokütle kaynakları (bitkilerin değerlendirilmeyen sap, koçan, dal gibi parçaları, kullanılmayan otsu bitkiler, sucul bitkiler vb.) baz alınmakta, böylece birinci derecede önemli olan gıda ürünlerinin bu amaçla kullanımı önlenmektedir. Bu şekilde, biyoyakıtın daha değerli ve verimli olarak elde edilmesi mümkün olabilmektedir.

Hayvancılık faaliyetleri açısından ülkemizin durumu irdelendiğinde, 2017 TÜİK verilerine göre ülkemizde yaklaşık 11.5 milyon büyükbaş ve 33 milyon küçükbaş hayvan ile 314 milyon kümes hayvanı mevcuttur. Hayvan üretim

değerlerinin, hayvancılığın en yoğun yapıldığı illere göre dağılımı, Tablo 2’de görülmektedir.

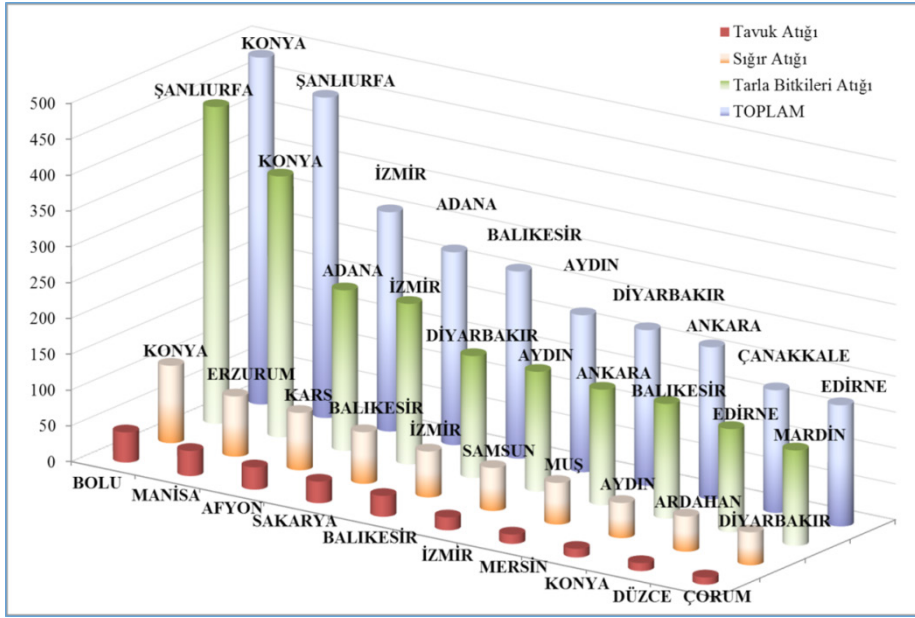
Tablo 2. Hayvan Üretim Değerlerinin *Dağılımı*

	Büyükbaş		Kümes Hayvanları		Küçükbaş	
1	Konya	801.225	Bolu	37.791.876	Van	2.372.499
2	Erzurum	625.635	Manisa	31.419.925	Konya	2.027.205
3	Kars	596.552	Afyon	28.193.880	Ağrı	1.300.000
4	Balıkesir	532.991	Sakarya	26.710.212	Mersin	1.065.751
5	İzmir	473.938	Balıkesir	26.148.721	Muş	989.116
6	Samsun	445.856	İzmir	16.497.028	Diyarbakır	984.171
7	Muş	428.412	Mersin	11.557.411	Bitlis	904.857
8	Aydın	364.435	Konya	10.519.602	Balıkesir	825.229
9	Ardahan	361.371	Düzce	9.461.334	Ankara	817.324
10	Diyarbakır	342.546	Çorum	9.362.805	Antalya	813.219

Dikkat edilecek olursa, büyükbaş hayvan sayısının %33’lük kısmı ile kümes hayvan sayısının %65’lik kısmı 10 ilde yer almaktadır. Toplam hayvansal atık potansiyelinin yaklaşık %75’i büyükbaş, %19’u küçükbaş ve %6’sı ise kümes hayvanları yetiştiriciliğinden elde edilmektedir. Çiftlik hayvanlarından elde edilebilecek katı atık miktarı, ortalama 162 milyon ton olarak hesaplanmakta ve uygun şekilde bertaraf edilmedikleri takdirde çevresel ve sosyal problemlere neden olabilmektedir. Bu atıkların biyogaz üretiminde kullanılmasıyla, yaklaşık 2,92 milyar m³ biyogaz üretimi ve 193.370 TJ/yıl teorik enerji potansiyeli ortaya çıkmaktadır. Ancak elde edilen atığın tamamının biyogaz üretiminde kullanılamayacağı göz önüne alındığında, teknik biyogaz potansiyeli 104.970 TJ/yıl olarak hesaplanmaktadır. Aynı zamanda, tarımsal faaliyetlerde önemli bir yer tutan organik gübre üretimi de sağlanmaktadır. Ülkemizde mevcut tarımsal artık/atık miktarına bağlı olarak, biyogaz üretim potansiyelinin; hayvansal atık için 1.7 milyar m³ biyogaz/ yıl, bitkisel artık için ise 7 milyar m³ biyogaz/ yıl olabileceği değerlendirilmektedir. Tüm potansiyelin kullanılabilmesi durumunda, olası kurulu gücün 1900 MW_e olabileceği tahmin edilmektedir, ki bu da 250 kW ve üstü güçte 7145 biyogaz sisteminin kurulabileceği anlamına gelmektedir. Türkiye’nin sosyo-ekonomik yapısı gereği, tarımsal atık/artık potansiyeli yüksek olan kırsal alanlar için küçük ölçekli biyogaz sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması son derece önemlidir. Bunun nedenle, teknik, ekonomik ve sosyal yönden sürdürülebilirliği mümkün sistemlerin, son kullanıcılara sunulması gerekmektedir. Bu kapsamda, ülkemizde tarımsal atık/artıkların tür ve miktarlarına bağlı olarak 100 kW ve üstü güçte kurulabilecek biyogaz tesis sayısının illere göre dağılımı incelenmiştir (Şekil 5). Hayvansal atıkların (tavuk ve sığır atıkları) yanı sıra tarla bitkileri yetiştiriciliğinden ortaya çıkan artıkların değerlendirilebileceği tesis sayısında

gözlenen artış dikkat çekicidir. Bu kapsamda, hayvansal ve bitkisel atık/artıkların değerlendirilebileceği sistem sayısı genel olarak irdelendiğinde ise Konya, Şanlıurfa ve İzmir illerinin ilk üç sırada yer aldığı görülmektedir.

Türkiye’de tarımsal üretim sonucunda açığa çıkan atık/artıklardan, hayvan çiftlikleri, ormancılık ve ağaç işleme endüstrisi ile belediyelere ait atıklardan toplam geri kazanılabilir biyoenerji potansiyelinin yaklaşık 16,92 MTEP olduğu tahmin edilmektedir. Kaynak çeşitliliği ve potansiyelin fazla olmasına rağmen, ülkemizde biyokütle enerjisi konusunda faaliyet gösteren 56 adedi biyogaz üretimine yönelik olmak üzere, 69 adet biyokütle gazlaştırma, atık ısı ve pirolitik yağ enerji santrali bulunmaktadır. Ayrıca 5 adedi biyodizel ve 3 adedi biyoetanol olmak üzere, sıvı biyoyakıt üretimi gerçekleştiren toplam 8 adet firma mevcuttur.



Şekil 5. Tarımsal Atık Potansiyeline Bağlı Olarak 100 kW ve Üstü Kurulabilecek Biyogaz Tesis Sayısının İllere Göre Dağılımı

Ülkemiz için biyokütle enerjisinin kullanımı, sadece enerji bağımlılığının azaltılması değil, aynı zamanda tarımsal ve endüstriyel atıklardan kaynaklanan kirliliğin önlenmesi açısından da önem taşımaktadır. Ayrıca biyokütle enerjisinin önemli avantajlarından biri, ülkemiz sanayi alt yapısının mevcut haline uygun prosesler içermesidir. Bu da yerel üretime yeni bir pazar olanağı sunmakta, istihdam kapasitesinin arttırılabilmesine imkan sağlamaktadır.

3. GÜNEŞ VE BİYOKÜTLE ENERJİSİ HİBRİT UYGULAMALARI

Sürdürülebilirlik kavramı, sosyal, ekonomik ve çevre şartları iyileştirilirken, kalkınmanın da sağlanması olarak ele alınmaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlandığı kentlerde sağlık, iş olanakları, eğitim, yeşil alanlar, kültürel aktiviteler gibi farklı bileşenlerin iyileştirilmesi ve gelecek nesillere de aktarımı söz konusudur. Bu bağlamda “elde edilebilirlik”, “ulaşılabilirlik”, “üretilebilirlik veya ekonomik olma” ve “kabul edilebilirlik veya sürdürülebilirlik” şeklinde dört boyutu olan enerji arz güvenliği ön plana çıkmaktadır. Son yıllarda enerji arzı için en güvenli ve güvenilir alternatiflerden biri olarak, yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde durulmaktadır. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça şanslı olan Türkiye’nin fosil kaynak bağımlılığını azaltması ve temiz enerji tüketmesi için enerji portföyünü yenilenebilir enerjilere doğru kaydırması önemle ele alınması gereken konulardan biridir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının dikkate alınması gereken önemli bir avantajı da, diğer enerji kaynaklarıyla birlikte hibrit sistem uygulamalarına olanak sağlayabilmeleridir. Hibrit enerji sistemleri, genel olarak iki ya da daha fazla farklı kaynağın bir arada kullanılarak elektrik ya da ısı enerjisinin elde edildiği sistemlerdir. Hibrit sistemlerin temel prensibi, sürekliliği olmayan enerji kaynaklarının birlikte kullanımına dayanmaktadır. Bilindiği gibi yenilenebilir enerji kaynaklarında en büyük sorun, sürekliliğin olmamasıdır. Bundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında sürekliliğin sağlanabilmesi amacıyla, en akılcı çözüm olarak hibrit sistemler önerilmektedir. Şebekeye bağlı veya şebekeden bağımsız olarak çalışabilen, hibrit yenilenebilir enerji sistemleri mevcuttur. Yenilenebilir enerji kaynağının tek başına kullanılması yerine iki ya da daha fazla kaynağın bir arada kullanıldığı sistemlerin tercih edilmesi durumunda, enerji arzında süreklilik ve sistem veriminde artış sağlanabilecektir. Güneş ışınımının yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince enerji üretiminde sürekliliğin sağlanması açısından, güneş, rüzgar ve dizel enerji kaynaklarının ikili veya üçlü olarak kullanıldığı hibrit uygulamalar bulunmaktadır. Hibrit sistemlerde kullanılacak enerji kaynağı, sistemin kurulacağı yerin iklim koşullarına, enerji kaynağının bulunabilirliği ve potansiyeline, enerji gereksinim miktarına, kurulacak sistemin maliyetine göre belirlenmektedir.

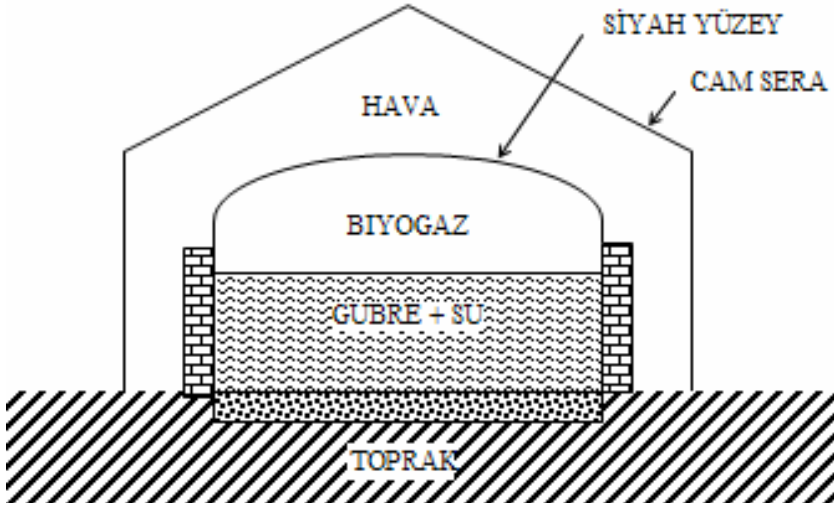
Türkiye’de kırsal alanların kalkındırılması ve kırsal nüfusun yaşam koşullarının iyileştirilmesine yönelik çalışmalar, Cumhuriyet’in kuruluş yıllarına kadar gitmektedir. Cumhuriyetin kuruluşu ile başlayan modernleşme hareketleri, tarımda ve kırsal kesimde kalkınma çabalarında da etkisini göstermiştir. Nüfusun çok önemli bir bölümünün köylerde yaşadığı ve ekonominin ağırlıklı olarak tarıma dayandığı bu ortamda, tarımsal ve kırsal kalkınmanın ulusal kalkınmadaki rolü, kalkınma ve çağdaşlaşma çabalarında tarıma ve kırsal nüfusa özel bir önem verilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu açıdan düşünüldüğünde, kırsal kalkınma ve yerel istihdam

açısından enerji kaynağının bulunduğu yerde tüketimine önem verilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu da, gelişen teknoloji ve artan enerji gereksinimi çerçevesinde kırsal alanda entegre ve hibrit sistemlerin kullanımıyla, biyokütle ve güneş enerjisi potansiyelinden elde edilecek yararın maksimize edilebileceği anlamına gelmektedir. Nitekim güneş ışınımının yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince biyokütle kaynaklarının enerjiye dönüşümünden yararlanarak; hem güneş ve biyokütle enerji sistemlerinin tek başına kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek sistem zaafiyetleri ortadan kaldırılmış olacak, hem de hibrit uygulama ile 24 saat kesintisiz enerji elde edilebilecektir. Bu da, özellikle enerji iletim hatlarına uzak ve kırsal alanlar için kritik öneme sahip bu sistemlere yönelik çalışmaların üzerinde durulması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bunun içindir ki bu bölümde, güneş/biyokütle enerjisinin bir arada kullanıldığı farklı hibrit sistemleri ile ilgili uygulamalara yer verilmiştir.

3.1. Güneş Enerjisi Destekli Biyogaz Sistemleri

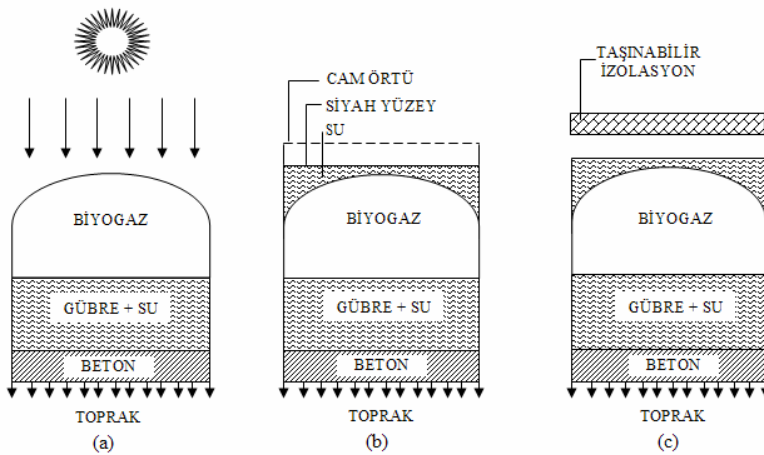
Reaktörlerin ısıtılmasında fosil yakıtların veya üretilen biyogazın kullanılması, ısıtma maliyetindeki artış nedeniyle ekonomik olmamaktadır. Biyogaz sisteminin bulunduğu yerin iklim koşullarına, çalışma sıcaklığına, reaktör tipine ve boyutlarına bağlı olarak, üretilen biyogaz yaklaşık %15-40 oranda reaktör sıcaklığının istenilen seviyede tutulması için harcanabilmektedir. Bu noktada özellikle güneş ışınımı yüksek olan bölgelerde, güneş enerjisi kullanılarak ısıtmanın sağlanması, sistem verimliliğini arttırmaktadır. Türkiye 36° ve 42° kuzey enlemleri arasındadır. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.741 saat (günlük ortalama 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi ise 1.527 kWh/m².yıl (günlük ortalama 4,18 kWh/m².gün) olarak belirlenmiştir. Bu da, güneş enerjisinden yararlanmak için oldukça iyi bir değerdir. Türkiye ile yaklaşık aynı kuşakta bulunan Yunanistan'da yapılan çalışmalarda, güneş enerjisi destekli biyogaz sistemlerinin ekonomik olarak uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Biyogaz sistemlerinde güneş enerjisinin kullanımı, aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Pasif uygulamalarda reaktörün üstü bir serayla veya güneş ışığını geçiren bir örtüyle kapatılmaktadır. Reaktör yüzeyi siyah boyayla kaplanarak, gelen güneş ışınımının soğurulması sağlanmaktadır. Sera sayesinde sistemin ısı kayıpları düşürülmektedir. Fakat bu uygulamalarda, reaktörden biyogazın sızması durumunda oluşabilecek tehlikeleri önlemek için seranın üstünde bir havalandırma penceresinin olması gerekmektedir. Bu sistemlerle, soğuk mevsimlerde yeterli sıcaklığa ulaşamadığı belirtilmektedir. Özellikle dış hava sıcaklığının düştüğü ve güneş ışınımının yeterli olmadığı saatlerde, reaktör sıcaklığı önemli oranda düşmektedir. Bu sıcaklık dalgalanmalarının nedeni, gelen güneş ışınımının sadece sera ortamı içerisinde bulunan hava ve gazometre tarafından depolanmasıdır. Bahsedilen sistemin şematik görünümü Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 6. Sera ile Entegre Edilmiş Biyogaz Sistemi

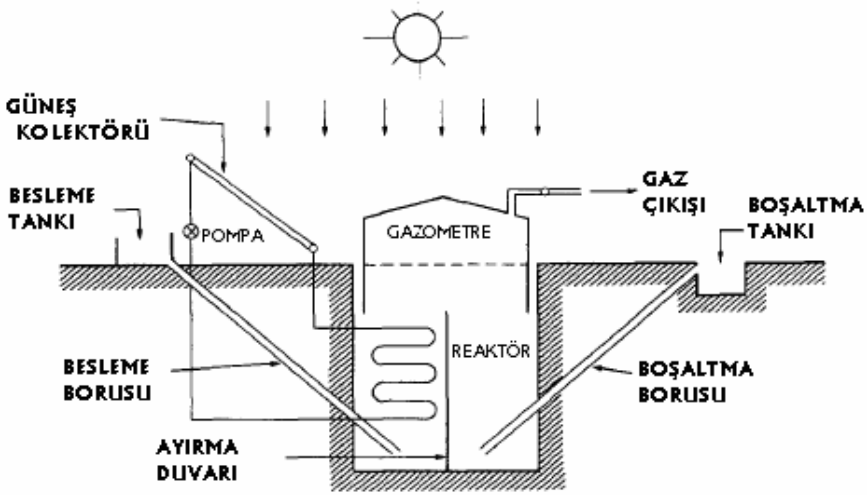
Bu sıcaklık dalgalanmalarını düşürmek amacıyla, gazometrenin üzerinde, gelen güneş ışınımının depolandığı su ile doldurulmuş bir haznenin bulunduğu sistemler önerilmiştir. Şekil 7'de görüleceği gibi, bu haznenin üzeri güneş ışınımının soğurulduğu siyah boyalı metal bir yüzey ve cam örtüyle kapatılmıştır. Güneş ışınımının olmadığı saatlerde, sistem yüzeyinden ısı kaybının azaltılması amacıyla, taşınabilir izolasyon kullanılmıştır. Önceki sistemde olduğu gibi, bu sistemde de yardımcı ısıtıcı ve sıcaklık dalgalanmasını önleyici otomasyon sistemi bulunmamaktadır. Bu yüzden, her iki sistem de, güneş enerjisiyle pasif ısıtma uygulamaları içerisinde yer almaktadır.



Şekil 7. Pasif Isıtmalı Biyogaz Sistemleri;

- (a) Geleneksel, (b) Güneş ışınımının olduğu saatlerde önerilen,
(c) Güneş ışınımının olmadığı saatlerde önerilen

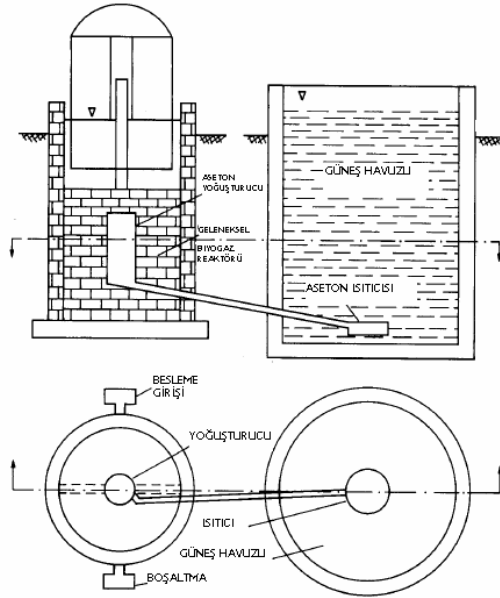
Biyogaz reaktörlerinin ısıtılmasında güneş enerjisinin kullanıldığı diğer yöntem ise, aktif sistemlerdir. Bu sistemlerde, genellikle düzlemsel güneş kolektörlerinden yararlanılmaktadır. Elde edilen ısı enerjisi ya reaktörün ısıtılmasında kullanılır ya da besleme materyali ısıtılarak reaktöre verilir. Pasif sistemlerden ayrı olarak, bu sistemlerde sirkülasyon pompası, ısı eşanjörü ve genellikle sıcaklığı sabit tutmak amacıyla otomasyon sistemi kullanılmaktadır. Şekil 8’de reaktör ısıtılmasında güneş enerjisinden aktif olarak yararlanan bir biyogaz sistemi verilmektedir. Şekil 8’den de görüleceği gibi, güneş kolektöründen elde edilen ısı enerjisi, bir sirkülasyon pompası ve ısı eşanjörü yardımıyla reaktöre aktarılmaktadır. Isı taşıyıcı akışkan olarak su kullanılmaktadır.



Şekil 8. Güneş Enerjisi Destekli Biyogaz Sistemi

Güneş enerjisi desteğiyle çalıştırılan bu biyogaz sisteminde, ısı depolama kullanılmadığı için, ışınımın olmadığı zamanlarda ısı kaybını azaltmak amacıyla sirkülasyon pompası durdurulmakta ve kolektörlerle reaktör arasındaki bağlantı kesilmektedir. Dolayısıyla, sıcaklık dalgalanmaları söz konusudur. Daha önce de belirtildiği gibi, metan bakterileri ani sıcaklık değişimlerinden olumsuz yönde etkilenmekte, bu nedenle biyogaz üretim verimi düşmektedir. Fakat son yıllarda gerçekleştirilen reaktörün ısıtılmasında güneş enerjisinin aktif olarak kullanıldığı çalışmalarda, termofilik bölgede, yüksek sıcaklık değişim hızlarının geçici etkiler yarattığı ve çalışma sıcaklığına geri dönüldüğünde sistemin tekrar önceki performansına ulaştığı belirtilmektedir.

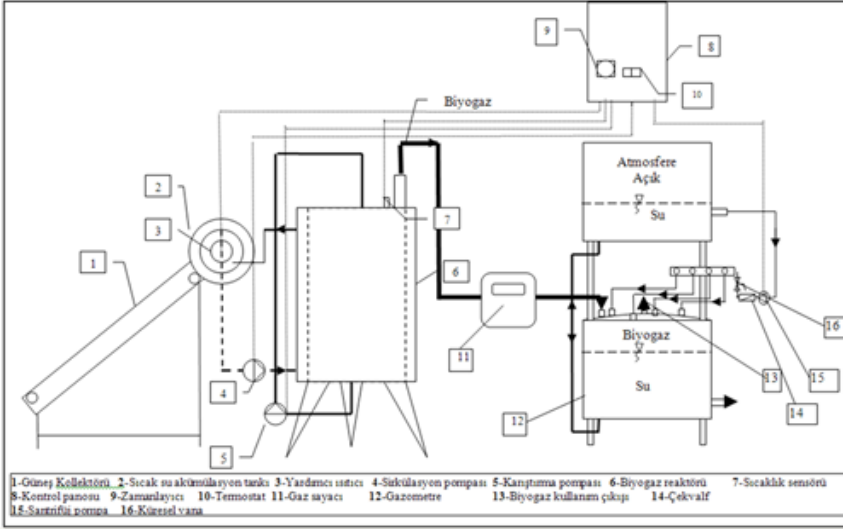
Reaktör ısıtılmasında güneş enerjisinden yararlanan farklı bir sistem de, Şekil 9’da görülmektedir.



Şekil 9. Güneş Havuzu Destekli Biyogaz Sistemi

Bu sistemde güneş havuzundan yararlanılması önerilmektedir. Tuz çözeltisinin bulunduğu güneş havuzunda, 100 °C sıcaklığa erişilebileceği belirtilmektedir. Bu sıcaklık seviyelerindeki akışkanın, doğrudan ısı eşanjörü yardımıyla reaktör ısıtmasında kullanılması, metan bakterileri üzerinde öldürücü etki yaratacağı için, asetonun kullanıldığı bir ısı aktarım mekanizması geliştirilmiştir. Asetonun kaynama sıcaklığı 55 °C'dir. Güneş havuzu içindeki ısıtıcı hazne içinde bulunan aseton buharlaşmakta ve ısını reaktör içerisindeki yoğuşturucuda sisteme aktararak yoğuşarak, ısıtma haznesine geri dönmektedir. Bu çevrim sayesinde reaktör ısı kayıpları karşılanmaktadır. Bu sistemde de, sıcaklığın istenilen seviyede sabit kalmasını sağlayacak sıcaklık otomasyonu ve yardımcı ısıtıcı bulunmamaktadır.

Güneş enerjisi desteği, küçük ölçekli biyogaz sistemlerinde önerilmesine rağmen büyük sistemlerde önerilmemektedir. Termofilik reaktörlerde güneş enerjisi desteği kullanıldığı zaman, kolektörler yüksek sıcaklıklarda (65-70 °C) çalışacağı için verimleri düşer. Bu da, daha fazla kolektör alanının kullanılmasını gerektirir. Literatürde sıcaklık otomasyonunun kullanıldığı, farklı ölçekte, deneysel ve analitik çalışmalar da bulunmaktadır. Şekil 10'da güneş enerjisi destekli bir biyogaz sisteminin şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 10. Güneş Enerjisi Destekli Biyogaz Sisteminin Şematik Gösterimi

Ülkemiz koşullarında güneş enerjisi desteği olması ve olmaması durumunda, üretilen biyogazın reaktör ek ısıtma ihtiyacını karşılama oranı, ısıl denge modeli kullanılarak farklı iklim bölgelerine göre tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, ülkemiz iklim koşullarını temsil eden üç ayrı iklim bölgesinden ikişer il belirlenmiştir. İllerin belirlenmesinde, özellikle büyükbaş hayvan potansiyelinin yüksekliği göz önüne alınmıştır. Buna göre, belirlenen iller ve ait oldukları iklim bölgelerini şu şekilde gruplandırmak mümkündür:

- İklim Bölgesi: İzmir, Antalya
- İklim Bölgesi: Samsun, Diyarbakır
- İklim Bölgesi: Ankara, Erzurum

Burada verilen her il için 5 m³ hacimli, mezofilik koşullarda çalışan bir biyogaz reaktörünün ihtiyacı olan yalıtım kalınlığı, güneş kolektör sayısı ve güneş enerjisinin depolanmasını sağlayan sıcak su akümülayon tankının (boyler) hacmi, ömür boyu maliyet analizi yapılarak elde edilmiştir (Tablo 3). Analizlerde, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınan yıllara göre günlük iklim verileri kullanılmıştır. Besleme materyali sıcaklığının çalışma sıcaklığına getirilmesi için gerekli ısı miktarının hesabında, yine her ilin belediyelerinden alınan aylık ortalama şebeke suyu sıcaklıkları göz önüne alınmıştır. Yapılan analizlerde, farklı izolasyon kalınlıkları için 10 yıllık işletme ömrü çerçevesinde oluşan bütün harcamalar ve getiriler, tespit edilen iskonto oranı baz alınarak bugünkü değerlerine çevrilmiştir. Tasarruf edilen yıllık enerji maliyetinin hesaplanmasında, doğalgazın ülkemizin kırsal alanlarında kullanılmadığı göz önüne alınarak, LPG referans yakıt olarak kullanılmıştır.

Tablo 3. Farklı İklim Bölgelerini Temsil Eden İllerde, Reaktör Yalıtım Kalınlığı, Güneş Kolektör Sayısı ve Boyler Hacim Değerlerinin Değişimi

İller	İklim Bölgesi	Yalıtım Kalınlığı	Kolektör Sayısı (adet)	Boyer Hacmi (litre)
Antalya	1. İklim Bölgesi	12 cm	5	350
İzmir	1. İklim Bölgesi	13 cm	5	350
Diyarbakır	2. İklim Bölgesi	13 cm	6	350
Samsun	2. İklim Bölgesi	14 cm	7	350
Ankara	3. İklim Bölgesi	14 cm	6	350
Erzurum	3. İklim Bölgesi	16 cm	9	600

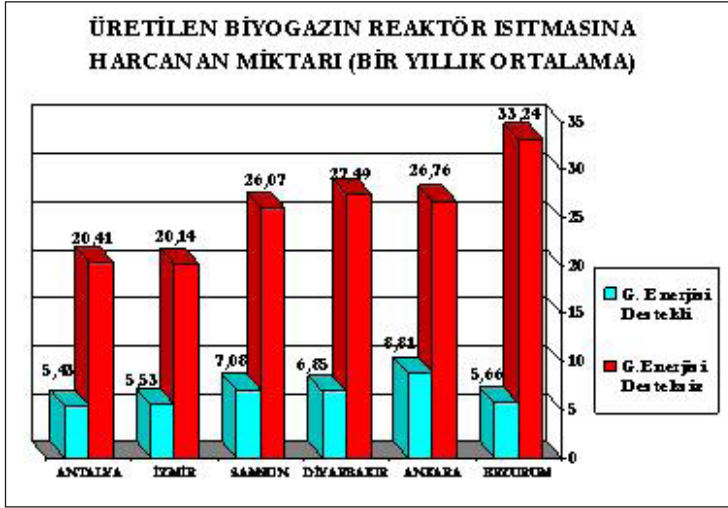
Tablo 3 irdelendiğinde, dış hava sıcaklıklarının daha düşük olduğu iklim bölgelerinde bulunan iller için elde edilen yalıtım kalınlıklarının daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bu durum yalıtımla engellenebilecek reaktör ısı kayıplarının artmasından kaynaklanmaktadır. Belirlenen yalıtım kalınlıkları ve güneş enerjisi sistemleri, her il için reaktör ısı kaybı modelinde yerine konulduğunda elde edilen sonuçlar, Tablo 4’de özetlenmiştir.

Tablo 4. Biyogaz Reaktörü Yıllık Isı Enerjisi Bilançosu

İller	Toplam Isı Kaybı (GJ/yıl)	Güneş Enerjisi Tarafından Karşılanan (GJ/yıl)	Ek Isıtma İhtiyacı (GJ/yıl)
Antalya	12,18	8,95	3,23
İzmir	12,01	8,72	3,29
Diyarbakır	16,39	12,30	4,09
Samsun	15,54	11,32	4,22
Ankara	15,95	10,70	5,25
Erzurum	19,82	16,44	3,38

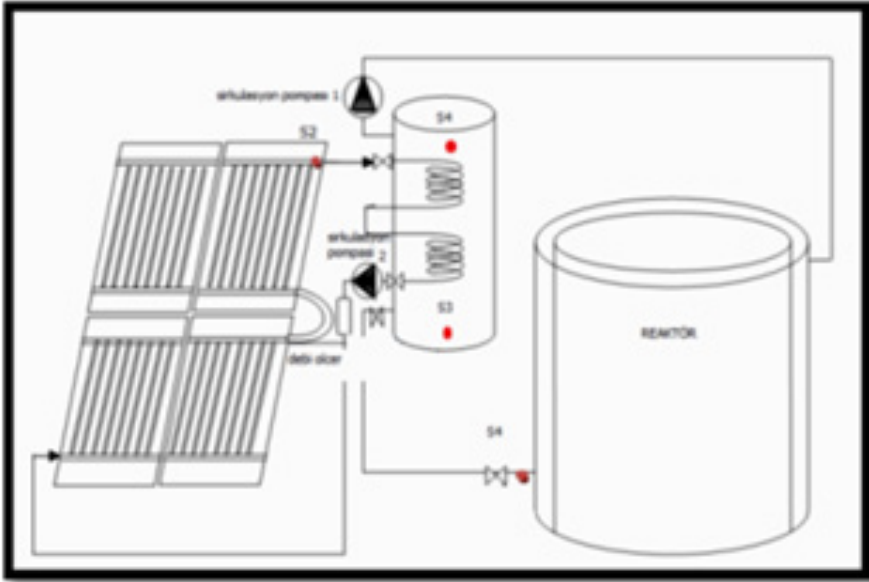
Üretilen biyogazın reaktör ek ısıtma ihtiyacını karşılama oranı, güneş enerjisi desteği olması ve olmaması durumunda, her il bazında yıllık olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, elde edilen biyogazın alt ısı değerleri 27 MJ/m³ ve üretim verimi ise 1,2 m³-biyogaz/m³-reaktör.gün olarak kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçların verildiği Şekil 11’den görüleceği gibi, güneş enerjisinin kullanılmadığı durumda, üretilen biyogazın %20-33 kadarı sistemin ısı ihtiyacılarının karşılanmasına harcanmaktadır. Güneş enerjisi desteğiyle, bu oran %5-8 civarına gerilemektedir. Burada özellikle Erzurum örneği dikkat çekicidir. Nitekim bu il bazında, bahsedilen oran %33,74’den %5,66’ya gerilemiştir. Bu olgu, teknik olarak kullanılabilir biyogaz potansiyelinin artışına işaret etmektedir. Elde edilen sonuçlar, ülkemizde biyogaz reaktörlerinin ısıtılmasında güneş enerjisi kullanımının teknik açıdan mümkün ve karlı olduğunu göstermektedir. Nitekim söz konusu altı il bazında, güneş enerjisi desteği, teknik olarak

kullanılabilir biyogaz miktarını %15-25 oranında artıracaktır. Ülkemizde bulunan toplam büyükbaş hayvan sayısından elde edilebilecek biyogaz potansiyelinin 2-3 milyar m³ civarında olduğu göz önüne alınırsa, bu önemli bir sonuçtur. Reaktör ısı ihtiyacının en az, güneşten kazanımın en fazla olduğu yaz aylarında, güneş enerjisi sisteminin atıl kapasitesinin farklı uygulamalarda değerlendirilmesi, sistem toplam verimliliğini ve karlılığını artıracaktır.



Şekil 11. Belirlenen iller bazında, güneş enerjisi desteği olması ve olmaması durumunda, üretilen biyogazın reaktör ısıtmasına harcanan miktarı (%)

Buraya kadar biyogaz sistemlerinin ısı gereksinimini karşılayabilmek amacıyla, güneş enerjisi desteğinden yararlanılan hibrit uygulamalara değinilmiştir. Ancak biyogaz sistemlerinde ısı enerjisinin yanı sıra elektrik enerjisine de gereksinim duyulabilmektedir. Biyogaz sistemlerinde özellikle besleme materyali hazırlığı ile besleme ve boşaltma pompasının çalıştırılması sırasında elektrik enerjisi tüketimi söz konusudur. Bu da, hem elektrik hem de sıcak su üreten PV-T desteği ile bir biyogaz sisteminin enerji gereksiniminin karşılanması yanı sıra sistem veriminin de artırılabilceğini düşündürmektedir. Bu doğrultuda yapılan bir çalışmada (Şekil 12), PV-T desteği ile biyogaz sisteminin %84 elektrik ve %66 ısı enerjisi gereksiniminin karşılanması mümkün olabileceği belirlenmiştir. Ayrıca PV-T ve biyogaz hibrit uygulamalarının, şebekeden bağımsız alanlarda biyogaz sistemlerinin kurulmasına olanak sağlayabileceği üzerinde durulmaktadır. Bu hem şebeke elektriğinin ulaşmadığı kırsal alanlarda biyogaz sistemlerinin kurulumu ve yaygınlaştırılması, hem de mobil bir sistemin oluşturulması açısından önemlidir.



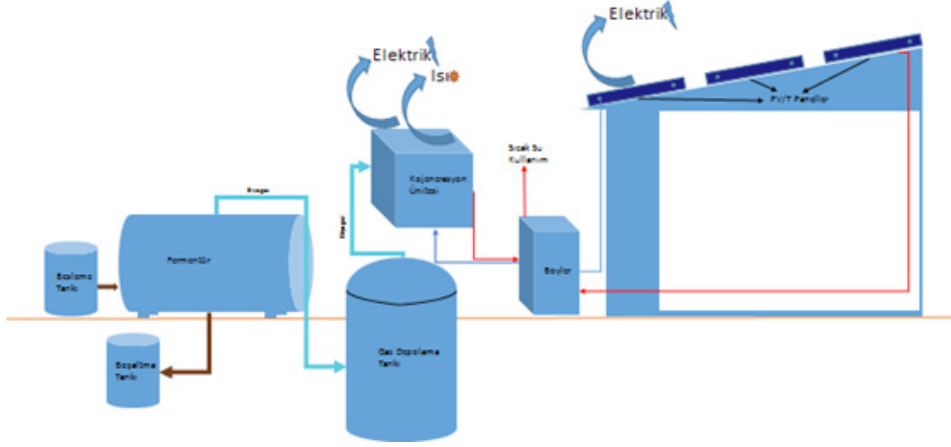
Şekil 12. PV-T ve Biyogaz Hibrit Sisteminin Şematik Görünümü

PV-T ile desteklenen biyogaz sistemi ile ilgili farklı bir hibrit uygulama da, Şekil 13’de görülmektedir. Bu uygulamada, PV-T ile biyogaz kojenerasyon sistemi hibrit olarak çalıştırılmaktadır. Bilindiği gibi PV kolektörlerin verimi, sıcaklık artışıyla düşmektedir. PV-T kolektörler ise panel sıcaklığını düşürerek elektrik üretim verimini yükseltmekte ve ayrıca kullanılabilir ısı enerjisi elde edilmesini de sağlamaktadır. Böylece elde edilen ısı ve elektrik, daha önce de ifade edildiği gibi biyogaz sisteminin enerji gereksiniminin karşılanmasında kullanılabilir.

PV kolektörlerin verimini etkileyen bir diğer olumsuz özellik ise, soğuk iklim koşullarında, panellerin yüzeyinde oluşan karlanma ve buzlanma nedeniyle elektrik üretim değerlerinin düşmesidir. Bu durumda, biyogazlı kojenerasyon sisteminden alınan atık ısı, PV-T kolektörlerde ters olarak dolaştırılmakta, bu şekilde karlanma ve buzlanmanın önüne geçmek mümkün olabilmektedir.

Buna ilaveten şebekeye bağlı olmayan alanlarda, PV-T kolektörlerden elektriğin üretilmediği saatlerde (gece veya güneş ışınımının yetersiz olduğu), depolanan biyogazın kojenerasyon sisteminde kullanılması sağlanarak, enerjinin kesikli üretimi önlenmektedir.

Fotovoltaik- Termal (PV-T) Kolektörler İle Biyogaz Kojenerasyon Sisteminin Hibrit Çalıştırılması



Şekil 13. Hibrit PV-T ve Biyogaz Kojenerasyon Sistemi

3.2. Güneş Enerjisi Destekli Arıtma Çamuru Kurutma Sistemleri

Ülkemizde atıksu arıtma tesislerinde gözlenen işletme zorluklarının yanı sıra yüksek işletme giderlerinin azaltılabilmesi amacıyla, mevcut kurulu atıksu arıtma tesislerinde enerji tasarrufu ile verimli ve uygun proses seçimine yönelik çalışmalar üzerinde durulmaktadır. Arıtma tesislerinde oluşan çamurun, temizlenmesi, nakliyesi, depolanması ya da bertaraf edilmesi ile ilgili işlemler, işletme maliyetlerini arttırmakta ve bu nedenle arıtma çamuru bertarafında hacim azaltma önem kazanmaktadır. Evsel, kentsel ve endüstriyel atıkların bertarafı ya da geri kazanımı açısından arıtma çamuru hacminin azaltılması ve kurutma işlemi, enerji giderlerine bağlı olarak işletme maliyetlerinde de düşmeye neden olabilmektedir. Bunun içindir ki, son yıllarda arıtma tesislerinin bulunduğu yerin coğrafi ve iklim koşulları dikkate alınarak enerji ve işletme maliyetinin azaltılması amacıyla güneş enerjisinden yararlanılmaktadır. Bu açıdan arıtma çamuru, aktif ve pasif güneş enerjisi sistemleri ile kurutulabilmektedir. Ancak sistem kurulum maliyetleri ile işletme ve bakım kolaylığı nedeniyle, kapalı hacimlerde sera etkisinin yaratıldığı güneş enerjisi sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14. Güneş Enerjisi ile Çamur Kurutma

Şekil 14’de görüldüğü gibi, kapalı bir serada yere serilen arıtma çamurundaki nem oranı, güneş ışınım şiddetine bağlı olarak ortam sıcaklığındaki artıştan yararlanılarak düşürülmektedir. Çevre açısından avantajlı, enerji ve işletme maliyeti düşük olan bu yöntem ile arıtma çamuru kütlesi azaltılarak, nakliyede de tasarruf sağlanabilmektedir. Ayrıca proses sonrasında elde edilen kuru çamur, ticari bir ürün olarak tarımsal amaçlı ya da farklı sektörlerde yakıt olarak kullanılabilir.

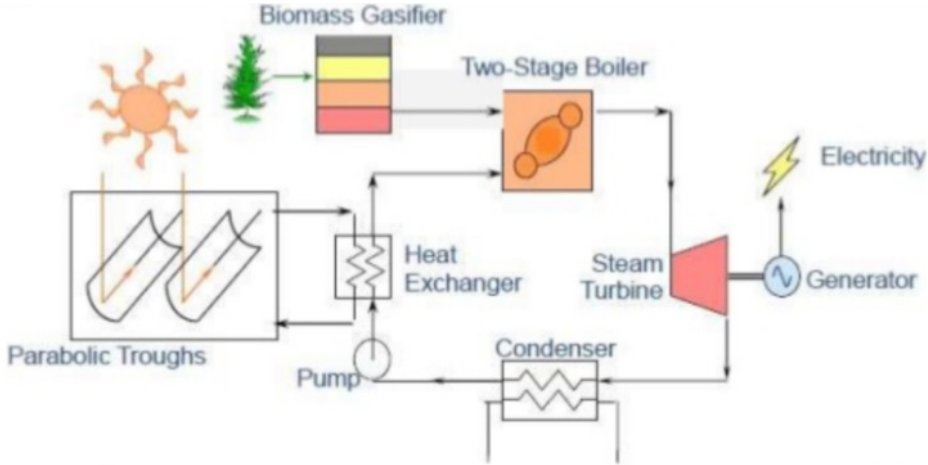
3.3. Güneş Enerjisi Destekli Biyokütle Gazlaştırma Sistemleri

Gazlaştırma, katı biyokütlelerin kısmi oksijenle orta ya da düşük ısı değerine sahip gaz karışımına dönüştürüldüğü bir yüksek sıcaklık prosesi olup, üretilen gaz çeşitli uygulamalarda doğal gaz gibi kullanılabilir. Elde edilen gaz karışımı; CO, CO₂, H₂, CH₄ ve çok az miktarda yüksek hidrokarbonları (etan gibi) içerir. Ayrıca su, azot ve çeşitli küçük parçacıklar (kül, katran ve yağ) da oluşur. Gazlaştırma organik materyale uygulanan sıcaklık, parça büyüklüğü, işlem süresi, basınç ve atmosfer koşulları gibi parametrelerin değiştirilerek, elde edilen ürün karışımlarının (katı, sıvı, gaz) kontrol edilebildiği bir çeşit ısı işlemidir. Gazlaştırma işlemi genel olarak;

- Organik materyalden nemin uzaklaştırılması amacıyla kurutma
- Gaz, buharlaşmış katran veya yağlar ile kokun elde edildiği piroliz
- Piroliz ürünlerinin (katı, sıvı ve gaz) gazlaştırılması veya kısmi oksidasyonu şeklinde gerçekleştirilir.

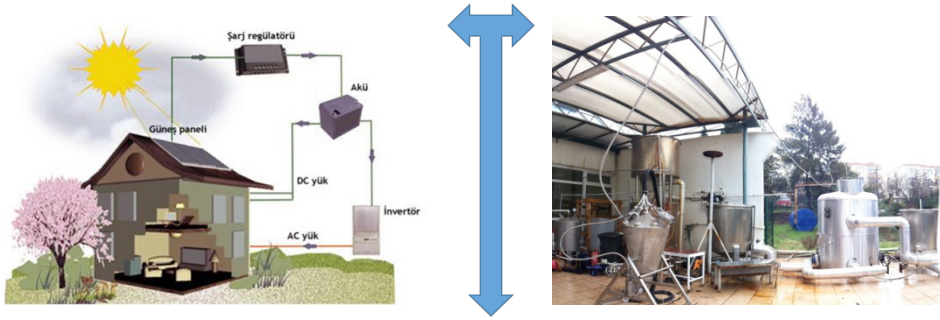
Biyokütle gazlaştırma genellikle sabit yatak ve akışkan yatak gazlaştırma sistemleri kullanılmaktadır. Gazlaştırma sonrasında elde edilen gazın yakıt olarak, güç çevrim santrallerinde kullanımı mümkündür. Şu an için elektrik üretim maliyeti yüksek olup, gelecekte düşmesi beklenmektedir.

Güneş enerjisinin gazlaştırma güç üretim sistemlerinde kullanımı, işletim maliyetlerini düşürerek, sistemin toplam veriminin artırılmasını sağlamaktadır. Genellikle uygulamada, buhar türbininin çıkışındaki kondens suyunun buhar kazanına verilmesinden önce ön ısıtılması, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi panelleri ile gerçekleştirilmektedir. Şekil 15’de, bu şekilde çalışan bir sistem görülmektedir. Bu sistemlerin en önemli avantajı, güneş ışınımının yetersiz olduğu zamanlarda ya da özellikle gece süresince buhar üretiminin tamamen biyokütle enerjisinden karşılanarak, elektrik üretiminin sürekliliğinin sağlanmasıdır.



Şekil 15. Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi- Biyokütle Gazlaştırma Hibrit Gaz Türbini

Domestik uygulamalarda, küçük ölçekli gazlaştırma/piroliz sistemleri, fotovoltaik panellerden elde edilen fazla elektrik enerjisini kullanarak gaz üretebilmektedir. Böylece elektrik enerjisi gaz formuna çevrilerek kombi, ocak gibi sistemlerde kullanılabilir hale getirilmektedir. Şekil 16’da genel görünümü verilen bu sistemin avantajı, yüksek maliyetli ve kısa ömürlü akülerin gazlaştırma/piroliz sistemi tarafından ikame edilmesidir.



Şekil 16. Otonom Güneş Enerjisi- Biyokütle Gazlaştırma/Piroliz Sistemi

Şekil 16’da görüldüğü gibi, evin içinde elektrik enerjisine ihtiyacın az olduğu zamanlarda, FV panellerden üretilen fazla enerji, aküye depolanması yerine gazlaştırma/piroliz ünitesini çalıştırmaktadır. Üretilen fazla enerji, gaz olarak depolanarak evin ısıtma ve ocak giderleri için kullanılmaktadır. İstenilirse üretilen gaz, jeneratör yardımı ile elektrige de çevrilebilmektedir.

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kalkınmanın ve gelişmiş olmanın en önemli göstergelerinden biri de, toplumların tükettiği enerji miktarıdır. Kişi başına tüketilen enerji miktarı o ülkenin gönenci ile doğru orantılı kabul edilmektedir. Enerji, günümüzün ve geleceğin tartışmasız en önemli ihtiyacı olarak karşımıza çıkmaktadır. Artan dünya nüfusu, modern hayatın getirdiği yenilikler ve teknolojinin gelişimi ile birlikte enerjinin kullanılacağı yeni alanların ortaya çıkması, enerjiye olan bağımlılık ve ihtiyacın artmasına neden olmaktadır. İnsan yaşamının vazgeçilmez bir parçası olan enerji, geçmişte olduğu gibi bugün de dünya gündeminde tartışılan konuların başında yer almaktadır. Enerji, ülkelerin ekonomik ve sosyal olarak gelişiminde, dolayısıyla toplumsal refahın artırılmasında vazgeçilmez bir etken olmaya devam etmektedir.

Günümüzde fosil enerji kaynaklarının kısıtlı olması, yenilenebilir enerji kaynaklarına ve enerji kaynağının daha verimli kullanımına yönlendirmektedir. Herhangi bir prosesin veya sistemin değeri genellikle, teknik performans ve verimlilik, ekonomik açıdan yaşayabilirlik, sağlık ve güvenlik gibi kavramları içeren ticari parametrelere dayanarak tanımlanır.

Türkiye’de biyokütle kullanımı, klasik yöntem ile ağırlık gösterse de uzun yıllardır bilinmektedir. Bu kullanım şeklinin modern yöntemlere kaydırılması ve öncelikle atıkların değerlendirilmesi ekonomik, çevresel ve sosyolojik açıdan sürdürülebilirliğe ve kalkınmaya büyük destek verecektir. Biyokütle enerji sistemlerinden elde edilecek ürünler (örn: biyogaz, biyodizel, bioetanol, biyohidrojen, fermente gübre, gliserin vb.) elektrik, akaryakıt, tarım ve kimya sanayi gibi farklı sektörlerle de katkı sağlayabilmektedir. Tarımsal üretimin önemli olduğu ülkemizde, hem sanayi hem de kırsal kesimde başlatılacak farkındalık çalışmaları ile bu sektörün hızla gelişeceği görülmektedir.

Türkiye gibi güneş ve biyokütle enerji potansiyelinin yüksek olduğu ülkelerde, güneş enerjisinin kesikliliği göz önüne alınarak, güneş-biyokütle hibrit uygulamalarının geliştirilerek yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Bu tip hibrit sistemler, özellikle kırsal kesimde ilk yatırım maliyetlerinin geri dönüş sürelerini yüksek sistem verimi nedeniyle düşürebileceği için, yenilenebilir enerjinin kullanımının yaygınlaştırılmasına da pozitif etki sağlayacaktır. Ayrıca, kırsal alanlarda yeni istihdam olanaklarının yanı sıra yerli ekipmanlar ile üretim fırsatlarının da yaratılması mümkün olabilecektir.

Kaynaklar

- Dağ, H.İ. (2015). *PV-termal kolektörlerin tasarımı, üretimi ve verimini etkileyen parametrelerin belirlenmesi*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) (2018). http://www.yegm.gov.tr/genel_istatistikler.aspx (Son erişim tarihi Haziran 2018).
- Eryaşar, A. (2007). *Kırsal kesime yönelik bir biyogaz sisteminin tasarımı, kuruluşu, testi ve performansına etki eden parametrelerin araştırılması*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Habibullah, M., Koçar, G., Imran, M.H. (2014). Energy Demand & Prospect of Biomass Energy as the Solution of Energy Crisis of Bangladesh – An Approach to Green Energy Solution, *Proceedings of the 7th International Ege Energy Symposium and Exhibition*, p. 563-578, June 18-20, 2014, Uşak-Turkey.
- Habibullah M., Mahmud K., Koçar G., Sadrul Islam A K M, Salehin S. (2016). Economic Challenges of Hybrid Microgrid: an Analysis and Approaches for Rural Electrification. *7th BSME International Conference on Thermal Engineering*, 22-24 December, 2016, Dhaka-Bangladesh.
- Habibullah, M. (2016). *Rüzgar-fotovoltaik- biyogaz hibrit güç sistemlerinin akıllı mikro şebekelerde kullanımının kontrol ve dizaynı*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Koçar, G. (2015). Energy Science and Technology, Volume 7, Bioenergy, Bölüm adı:(*Biomass Energy*), Studium Press LLC, U.S.A., Editör: Ram Prasad, Sri Sivakumar, Umesh Chandra Sharma, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 749, ISBN: 1-62699-068-9,
- Koçar, G. Eryaşar, E., Ersöz, Ö., Arıcı, Ş., Durmuş, A. (2010). Biyogaz Teknolojileri, *Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir*, ISBN: 978-605-61108-0-1.
- Koçar, G., Çelikaş, M. S. (2011). Teknoloji Öngörüsü, Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Örnek Uygulamalı, *E. Ü. Güneş Enerjisi Enstitüsü Yayın No:3*, ISBN: 978-975-483-901-2.
- REN21- Renewable Energy Policy Network for 21st Countries, Renewables 2016 Status Report, http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_Full_Report.pdf (Son erişim tarihi: Haziran 2018).
- Shaghghi, E. M. (2013). *Fotovoltaik- termal (PV-T) kolektörler ile biyogaz sistem tasarımı ve verimlilik testi*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Türkiye Cumhuriyeti Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Ulusal Kalkınma Stratejisi, (2006). [https://kkp.tarim.gov.tr/sp/Ulusal_kirsal_kalkinma_stratejisi%20\(2007-2013\).pdf](https://kkp.tarim.gov.tr/sp/Ulusal_kirsal_kalkinma_stratejisi%20(2007-2013).pdf) (Son erişim tarihi: Haziran 2018).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2017). <https://biruni.tuik.gov.tr/gosterge/?locale=tr> (Son erişim tarihi: Haziran 2018).

GÜNEŞ ENERJİLİ ISITMA VE SOĞUTMA TEKNOLOJİLERİNDE GELİŞMELER

Ali Güngör¹

Erhan Kırtepe²

Fırat Özdemir³

ÖZ

Güneş enerjisinin en önemli uygulama alanlarından ikisi ısıtma ve soğutma teknolojileridir. Özellikle yaz aylarında soğutma giderleri çok artmaktadır. Ve yine özellikle yaz aylarında güneş enerjisi en yüksek potansiyele sahiptir. Bu çalışmada güneş enerjisi kaynaklı soğutma sistemlerinin genel tanımları verilmiştir. Birbirleri arasındaki farklar, avantajlar ve dezavantajlar gösterilmiştir. Ayrıca güneş enerjisi kaynaklı soğutma sistemleri için önem taşıyan geçmişteki çalışmalar ve oldukça yeni inovatif gelişmeler verilmiştir. Güneş enerjisinin ısıtma amaçlı uygulamaları çeşitlilikleri ve temel uygulamaları ile tartışılmış ve uygulamaların geleceği irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Isıtma, Soğutma.

Developments in Solar Energy Heating and Cooling Technologies

ABSTRACT

Two of the most important applications of Solar Energy are heating and cooling technologies. Especially in the summer months cooling costs are increasing very much. And again, especially in the summer months, solar energy has the highest potential. In this study, general introduction of solar energy-based cooling systems is given. The differences, advantages and disadvantages are shown. In addition, recent innovations that are important for solar energy-based refrigeration systems and new innovative developments have been introduced. The various applications of solar energy for heating purposes and their basic applications are discussed and the future of applications is discussed.

Keywords: Solar Energy, Heating, Cooling.

1 Ege Üniv., Müh. Fak., Makina Müh. Bölümü, Bornova-İZMİR. ali.gungor@ege.edu.tr

2 Ege Üniv., Müh. Fak., Makina Müh. Bölümü, Bornova-İZMİR. erhan.kirtepe@gmail.com

3 Ege Üniv., Müh. Fak., Makina Müh. Bölümü, Bornova-İZMİR. firat.ozdemir@ege.edu.tr

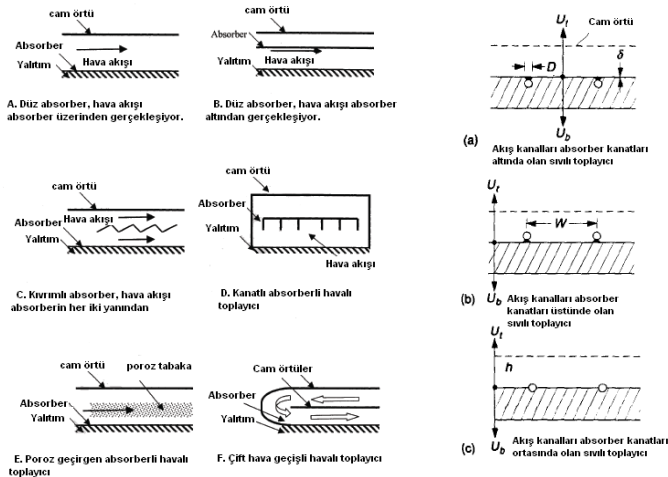
1. GİRİŞ

Güneş enerjisinin uygulama alanları arasında yaygınlıkla başta gelen evsel kullanımlarda, sıcak su hazırlama ve hacim ısıtma-serinletme alanlarında oldukça başarılı uygulamalar gerçekleştirilebilmektedir. Son yıllarda da özellikle yoğunlaştırıcı sistemlerle güç üretimi sistemleri üzerinde araştırmaların yoğunlaştığı gözlenmektedir. Buna karşılık ülkemizdeki yaygın kullanım yalnızca su ısıtmaya yöneliktir. Günümüz üretim teknolojileri incelendiğinde toplayıcı tiplerinde çeşitliliğin yanı sıra, alıcı yüzey özellikleriyle çok verimli toplayıcıların üretilmesi mümkün hale gelmiştir. Örneğin değişik tip ve özelliklerde toplayıcıların bazı özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

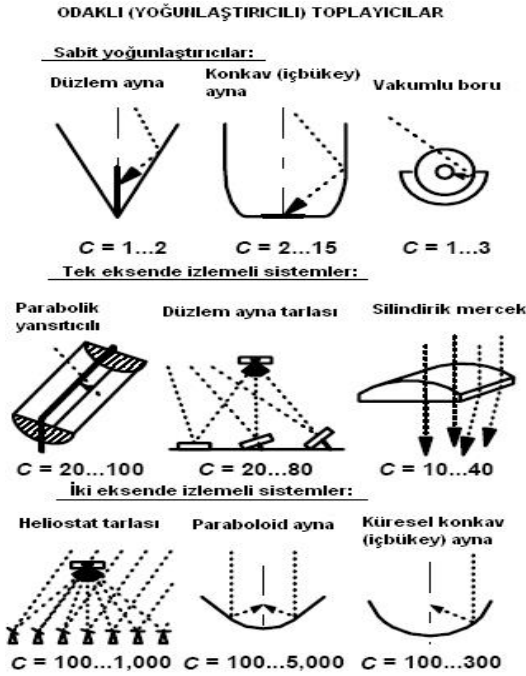
Tablo 1. Güneş enerjisi toplayıcıları ve kullanım çalışma sıcaklık aralıkları (Güngör A.,2016).

Toplayıcı tipi	Güneş ışınımını yoğunlaştırma (konsantrasyon) oranı: C	Çalışma sıcaklık aralığı (°C)
Düzlemsel toplayıcı	1	≤ 70
Yüksek verimli düzlemsel toplayıcı	1	60–120
Sabit yoğunlaştırıcı	2–5	100–150
Parabolik oluk tipi yansıtıcı toplayıcı	10–50	150–350
Parabolik çanak tipi yansıtıcı toplayıcı	200–2000	250–700
Merkezi alıcılı kule tipi toplayıcı	200–2000	400–1000

Yukarıda anılan çalışmalara ek olarak, çok farklı prensiplerde çalışan güneş enerjisi toplayıcıları da geliştirilmiştir. Bazı sıvılı ve havalı güneş enerjisi toplayıcıları Şekil 1’de, odaklı (yoğunlaştırıcı) toplayıcılar ve sistemler ise Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Bazı havalı ve sıvılı güneş enerjisi toplayıcıları tipleri (Duffie, J.A. and Beckman, W.A., 2013; Güngör A., 2013).

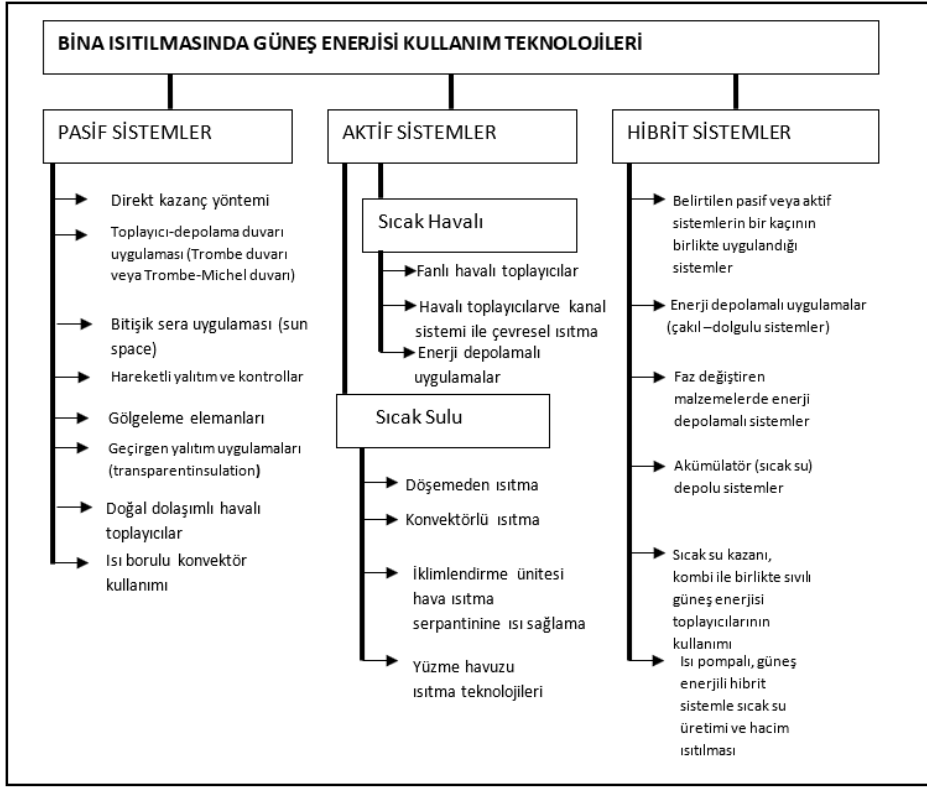


Şekil 2. Güneş enerjili termal uygulamalarda kullanılan odaklı (yoğunlaştırıcı) toplayıcılar ve sistemler (Kaltsemidt M., et al., 2007).

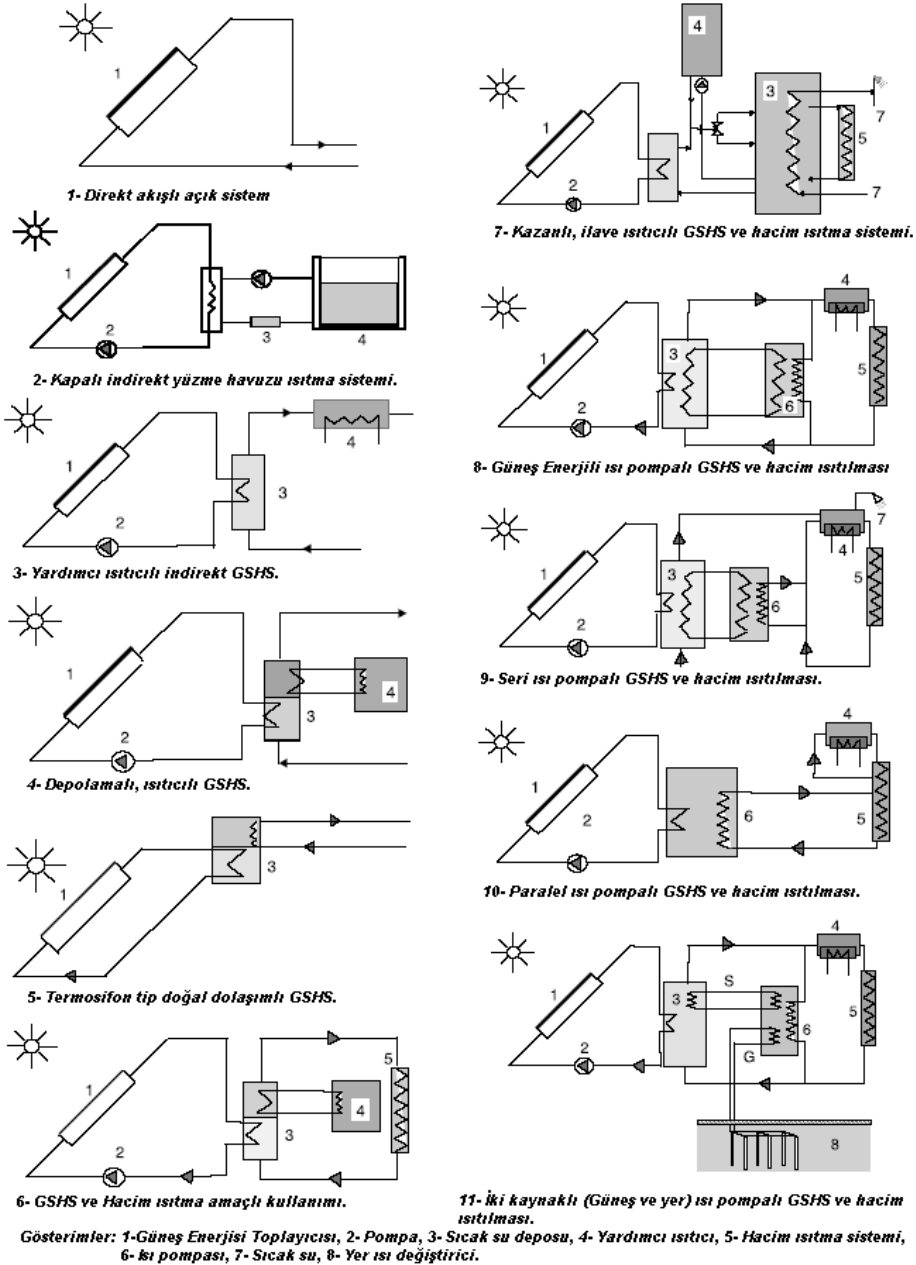
2. BİNALARDA GÜNEŞ ENERJİSİNİN TERMAL ISITMA VE SOĞUTMA AMAÇLI KULLANIMI

Güneş enerjisi ile binaların ısıtılması amacıyla geliştirilmiş çok sayıda teknoloji bulunmaktadır. Ancak bu tür uygulamaların günümüzde Şırnak'ta ve hatta ülkemizde yeterli sayıda olduğu söylenemez. Bu uygulama potansiyelleri Şekil.3'te gösterilmiştir (Güngör A., 2016). Şekil 3 incelendiğinde güneş enerjisi ile hacim ısıtma amacıyla kullanılacak birçok seçenek olduğu gözlenebilir. Doğaldır ki her projede bu uygulamalardan ancak en uygun olan birkaçının gerçekleştirilmesi yeterli olabilmektedir. Böylesi çeşitlilik, mühendislere ve mimarlara doğru analizlerle, güneş evleri oluşturmalarına olanak sağlar. Bu nedenle güneş evleri uygulamaları incelendiğinde, her birinin özgün koşullarına göre çözümler içerdiği görülür (Duffie, J.A. and Beckman, W.A., 2013).

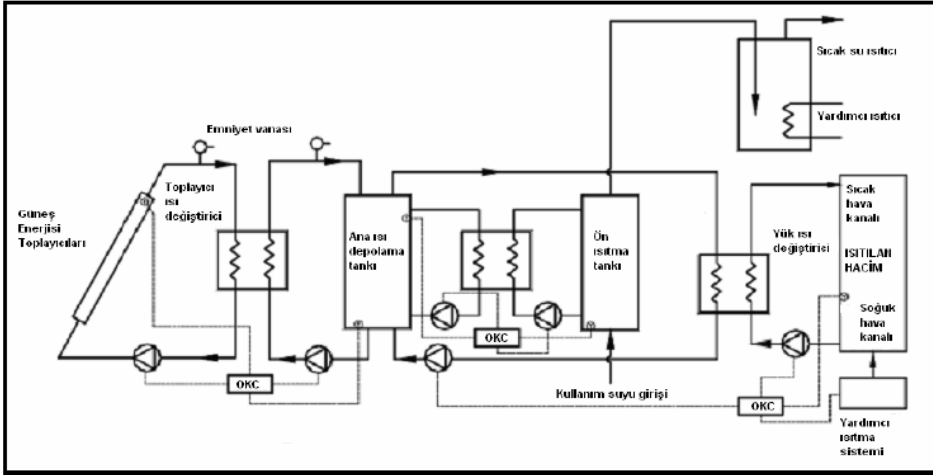
Yakın geçmişte karşılaştığımız enerji krizi, sera etkileri, küresel ısınma yeniden içinde bulunduğumuz ve gelecekteki yılları “güneş ve yenilenebilir enerjiler çağı” konumuna getirmiştir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji konularındaki araştırmalara da ağırlık verilmesi zorunluluğu ortadadır.



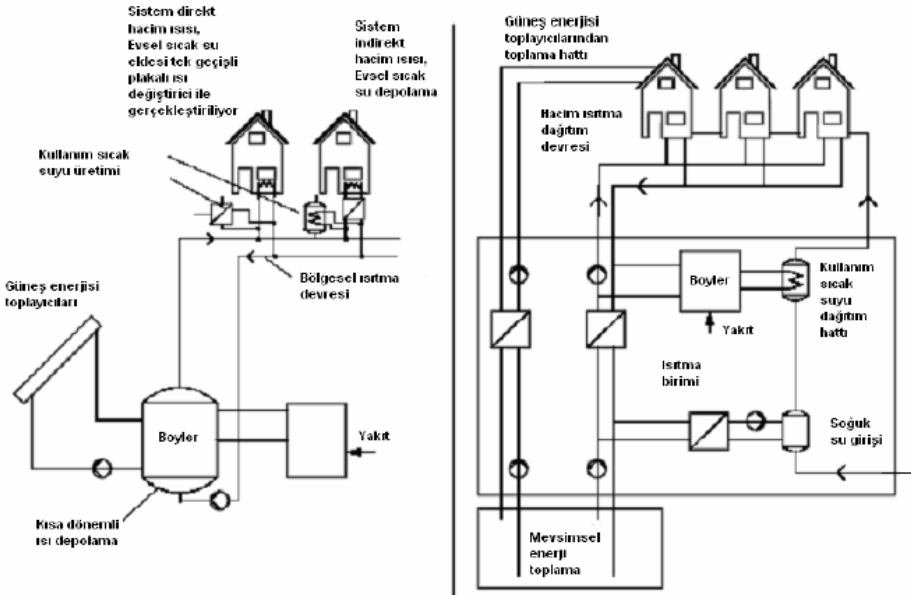
Şekil 3. Bina ısıtılmasında güneş enerjisi kullanım teknolojileri (Güngör A., 2013).



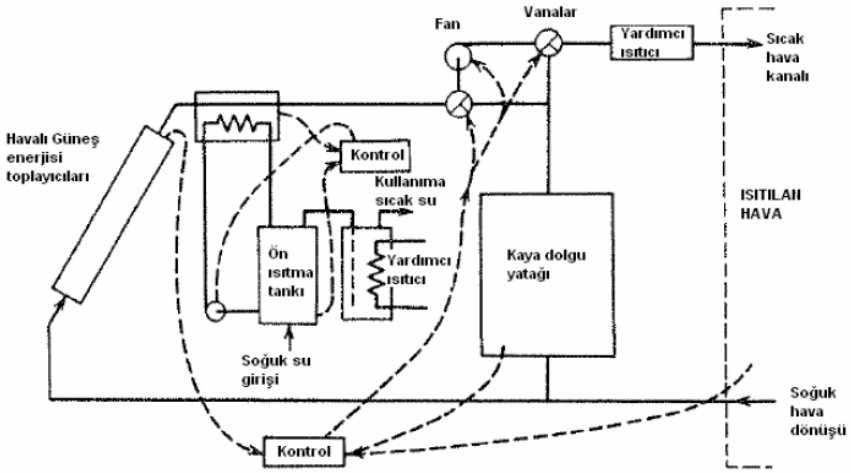
Şekil 4. Bina ısıtılmasında ve sıcak su üretiminde kullanılan sıvılı güneş enerjisi kullanım teknolojileri (Kurs Notları, Güneş Enerjisi ile Isıtma/Yardımcı Isıtma, 2011).



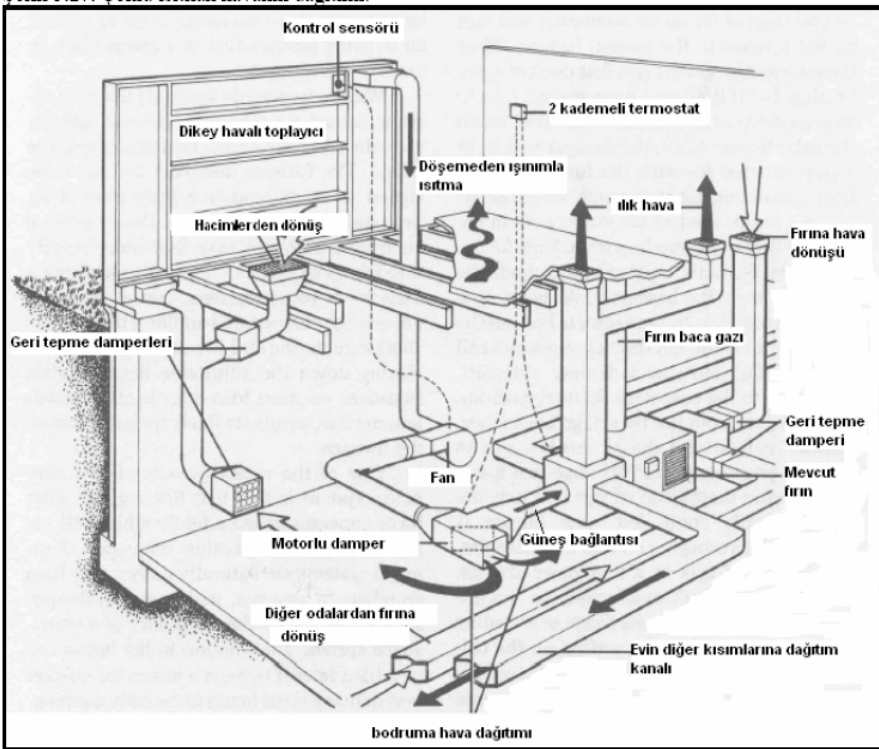
Şekil 5. Güneş enerjili, iki tanklı, kullanım sıcak suyu hazırlamalı ve hacim ısıtmada havanın ısıtılarak kullanıldığı örnek bir sistem şeması (Kalogirou, S.A., 2004).



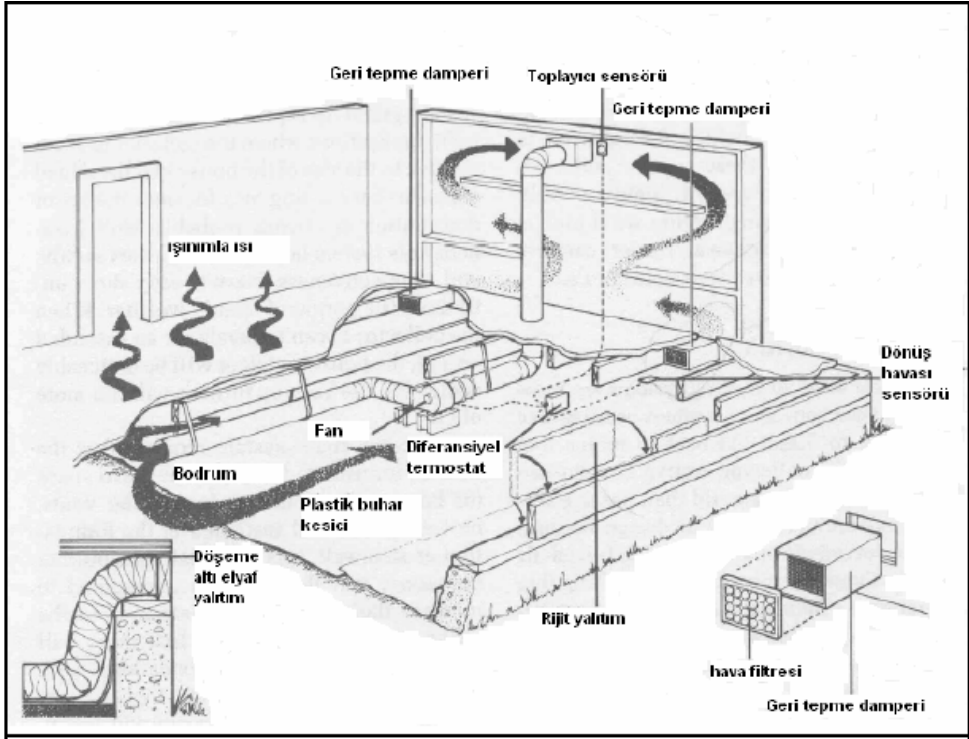
Şekil 6. İki borulu kısa süreli depolamalı güneş enerjili hacim ve su ısıtma sistemi ve dört borulu mevsimsel enerji depolamalı güneş enerjili hacim ve su ısıtma sistemi (Kaltscmidt M., ve diğ., 2007)



Şekil 7. Sıcak havalı ve su ısıtmalı, kaya dolgulu ısı depolamalı bir hacim ısıtma sistemi (Duffie, J.A. ve Beckman, W.A., 2013)



Şekil 8. İki modlu, bodrumda enerji depolamalı ve direkt hacimlerin ısıtıldığı, güneş enerjili ve fırınlı sıcak havalı ısıtma sistemi (Kornher S. ve Zaugg A., 1984).



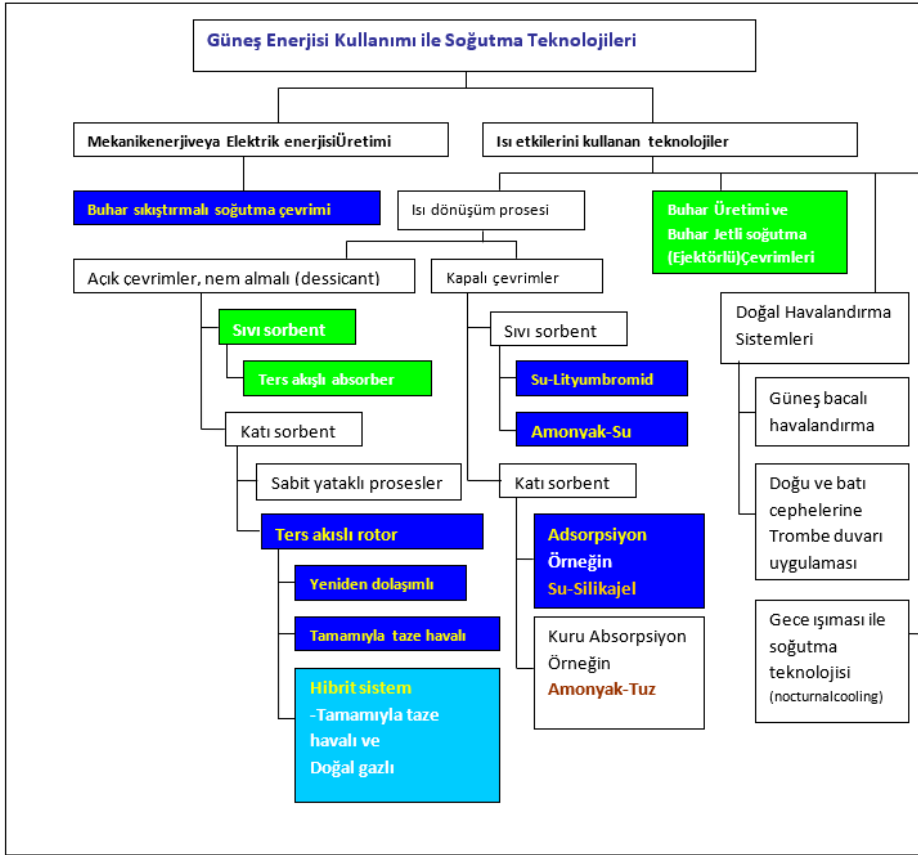
Şekil 9. Bodrumdan sıcak hava dağıtım, döşemeden ışınlama ile güneş enerjili havalı bir ısıtma sistemi (Kornher S. ve Zaugg A., 1984).

Şekil 4-5-6-7-8 ve 9'da güneş enerjisinden faydalanılarak oluşturulan ve hacim ısıtma amacıyla kullanılan çeşitli sistemler gösterilmektedir. Daha önce değinildiği ve bu şekillerde de görüldüğü üzere, ülkemizde yoğunlukla gerçekleştirildiği gibi güneş enerjisinin yalnız su ısıtma amacı ile kullanılması bu kaynağın mevcut potansiyelinin oldukça küçük bir kısmının kullanılması anlamına gelmektedir. Bu durum ise enerji yönetiminde karşılaşılan en temel yanlışlardan biri olan kaynakların yanlış ya da yetersiz kullanımı yoluyla kaynak israfına verilebilecek en iyi örneklerden bir tanesidir. Oysa güneşten elde edilen enerji mevcut kullanım kapasitesinin çok daha üzerinde imkanlar sunabilecek boyuttadır.

Günümüz teknolojisinin geldiği konumunda, güneş enerjisinin soğutma, serinletme veya havalandırma amaçlı evsel kullanım teknolojileri de geliştirilmiştir ve geliştirilmektedir. Şekil 10'da ise bu teknolojiler sınıflandırılarak gösterilmiştir (Güngör A., 2016). Bu şekilde en koyu renklerde gösterilen teknolojiler ticari olarak uygulaması gerçekleştirilenleri, az koyu olan ticari potansiyele ulaşabilecek teknolojileri göstermektedir. Diğer teknolojiler laboratuvar ortamlarında ve deneysel olarak çalışılan, geliştirilmekte olan teknolojileri göstermektedir. Bu

teknolojilerden adsorpsiyonlu su soğutma grupları nispeten düşük sıcaklıklarda (50 °C –80 °C aralığı) çalışmaları nedeniyle, güneş enerjisi ile çalıştırılmaları ve binaların iklimlendirilme uygulamalarında yaygınlaşması beklenmektedir.

Bu teknolojilerin uygulamaları ve sistem özellikleri ile ilgili bilgiler kaynaklarda kapsamlı olarak bulunabilir. Dünya genelinde bu tür belirtilen ısıtma ve soğutma teknolojilerini kullanan çok sayıda sistem, uygulamada kendine yer edinmiş durumdadır. Bu uygulamalar tek katlı, iki katlı binalara uygulanabildiği gibi çok katlı yapılarda da gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 10. Binaların soğutulmasında kullanılabilir soğutma teknolojileri (Henning, H.M., 2007).





Isıl tahrikli soğutma sistemlerinin kullanımları atık ısı, merkezi ısıtma, trijenerasyon, doğal gaz, güneş enerjisi, jeotermal enerji vb. pek çok kaynak ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu ve benzeri uygulamalarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı tavsiye edilmektedir. Aşağıda güneş enerjisi kullanımının avantajları sıralı olarak verilmiştir.

Güneş enerjisinin iklimlendirme amaçlı kullanımının avantajları:

- Elektrik, yakıt gibi konvansiyonel enerji gereksiniminde azalmalar.
- Elektrik kullanımında iklimlendirme nedeniyle yaz aylarındaki pik yüklerin azaltılması.
- Güneş enerjisinin tüm yıl için kullanımı: kış aylarında ısıtma, yaz aylarında soğutma amaçlı sıcak su üretimi ile tüm yıl için kullanımın sağlanması.
- Küçük, kompakt ısıl tahrikli sistemlere gereksinim duyulmaktadır (<3 kW'lık sistemler).

Güneş enerjisi kullanımına oldukça yatkın olan ve önümüzdeki dönemde bu avantajı ile bina uygulamalarında yaygınlaşması beklenen absorpsiyonlu ve adsorpsiyonlu soğutma çevrimleri ile ilgili detaylı bilgi Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Açık ve kapalı çevrim çalışan absorpsiyonlu ve adsorpsiyonlu soğutma çevrimleri ve tipik özellikleri (İnternet adresi: 23/05/2018).

SOĞUTMA METODU	AÇIK ÇEVİRİM		KAPALI ÇEVİRİM	
Soğutkan çevrimi prensip	Kapalı soğutkan çevrimi Soğutulmuş su üretimi (Chiller)		Soğutkan atmosferle temasta Havanın neminin alınması ve evaporatif (buharlaşmalı) serinletme)	
Sorbentin bulunduğu faz	Katı	Sıvı	Katı	Sıvı
				
Tipik malzeme çifti	Su-Silikajel	Su-Lityumbromid veya Amonyak-su	Su-Silikajel veya Su-lityumklorid	Su-kalsiyumklorid veya Su-lityumklorid
Ticari bulunabildiği teknoloji	Adsorpsiyonlu su soğutma grubu (Adsorption chiller)	Absorpsiyonlu su soğutma grubu (Absorption chiller)	Nem almalı (kurutuculu) serinletme (Dessicant cooling)	Ticari henüz yok
Tipik soğutma kapasitesi	50-430 kW	15 kW- 5 MW	Her bir modül 20 kW-350 kW	-----
Tipik COP	0,5-0,7	0,6-0,75 (tek etkili)	0,5- >1	>1
Çalışma sıcaklığı	60-90°C	80-110°C	45-95°C	45-70°C

Tablo 3'te piyasada bulunabilen düşük kapasiteli absorpsiyonlu soğutucular, üretici firma ve ülkeleri ile teknik bilgileri gösterilmektedir. Burada görülmektedir ki bu sistemler değişen ihtiyaç aralığına göre çözümler sunabilecek kapasitede ve oldukça kullanışlı sistemlerdir.

Tablo 3. Piyasada bulunabilen düşük kapasiteli absorpsiyonlu soğutucular
(Ghafoor, A. ve Munir, A., 2015).

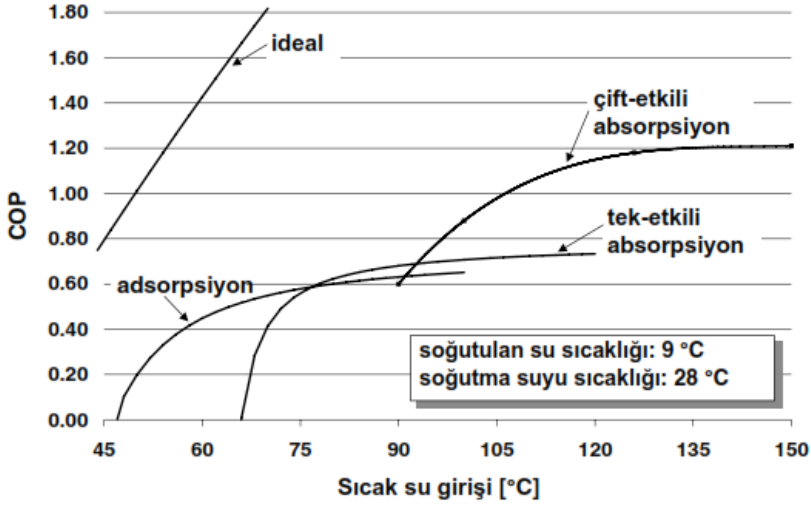
Üretici	Ülke	Kapasite (kW)	Tip	Akışkan çifti	Çalışma sıcaklığı (°C)	Soğutma kulesi su sıcaklığı (°C)	Üretilen Soğutulmuş su sıcaklığı (°C)	COP
Rotartica	İspanya	4,5	AB ^a	H ₂ O-LiBr	90/85	30/35	13/10	0,67
Climatewell	İsveç	10	AB	H ₂ O-LiCl	83/-	30/-	-/15	0,68
Pink	Avusturya	10	AB	NH ₃ -H ₂ O	85/78	24/29	12/6	0,63
Sonnenklima	Almanya	10	AB	H ₂ O-LiBr	75/65	27/35	18/15	0,77
EAW	Almanya	15	AB	H ₂ O-LiBr	90/80	30/35	17/11	0,71
Yazaki	Japonya	17,6	AB	H ₂ O-LiBr	88/83	31/35	12,5/7	0,70

a: Absorpsiyon



Şekil 11. Ticari kullanımı bulunan bazı absorpsiyonlu soğutma sistemleri
(Ghafoor, A. ve Munir, A., 2015).

Şekil 11'de ticari kullanımı bulunan bazı absorpsiyonlu soğutucular gösterilmiştir. (Solda: H₂O-LiBr akışkan çiftli, hava soğutmalı ve 4,5 kW kapasiteli, Rotartica sistemi, İspanya. Ortada: NH₃- H₂O akışkan çiftli 12 kW kapasiteli Pink, Avusturya. Sağda: H₂O-LiBr akışkan çiftli, 35kW kapasiteli Yazaki, Japonya.) Şekil 12.'de ise sorpsiyon sıcaklıklarının ısı kaynağı sıcaklığına bağlı olarak COP değişimleri grafik üzerinde gösterilmektedir. Bu şekilde sistem COP değerinin sıcak su giriş sıcaklığının artışı ile artan bir değer gösterdiği görülmektedir.



Şekil 12. Sorpsiyon su sıcaklıklarının ısı kaynağı sıcaklığına bağlı olarak COP değişimi (Henning, H.M., 2007).

Tablo 4.'te bazı soğutma sistemlerinin maliyet analizleri sonucunda elde edilen veriler paylaşılmıştır. Karşıladıkları iklimlendirme ihtiyacı göz önünde bulundurulduğunda ve bu sistemlerin güneş enerjisi tahriki ile çalıştırılmaları halinde iklimlendirme maliyetlerinde oldukça iyi sonuçlar sunduğu görülmektedir.

Tablo 4. Bazı soğutma sistemlerinin maliyetleri (Ghafoor, A. ve Munir, A., 2015).

Sr. No.	Tip	Bütün soğutma kiti maliyeti (€/kW _e)	Uyarılar
1	FPC ile H ₂ O-LiBr absorpsiyonlu soğutma sistemi	1500-2000	FPC 150-200€/m ² Su soğutma grubu (Çiller) maliyeti: 300-350€/kW Yedek kazan: 150-200€/kW Depolama tankı: 500-600 €/m ³ Soğutma kulesi: 80-100€/kW Montaj ve diğer bileşenler: 200-300€/kW
2	ETC ile NH ₃ -H ₂ O absorpsiyonlu soğutma sistemi	2500-3000	ETC:250-300 €/m ² Su soğutma grubu (Çiller) maliyeti: 500-600 €/kW _e
3	FPC kullanımlı adsorpsiyonlu soğutma sistemi	2000-2500	Su soğutma grubu (Çiller) maliyeti: 400-450 €/kW _e Tüm DES sistem maliyeti: 2000-2500
4	FPC ile desikant evaporatif soğutma sistemi	3000-4000	

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Özellikle güneş enerjisi termal soğutma uygulamaları ile ilgili her geçen yıl yeni uygulama tekniklerinin, farklı ikili karışımlarının kullanıldığı yeni araştırma ve uygulamalarla karşılaşabilmektedir. Bu konularda son yeni çalışma ve uygulamalarla ilgili özet teknolojiler ilgili kaynaklarda (Al-Alili, A., et al., 2014), (Sevinç, K. ve Güngör, A., 2012), (Zeyghami M., et al., 2015) verilmiştir.

Güneş enerjisinin toplayıcılarda çalışma akışkanlarını bina ısıtılmasında kullanılabilen sıcaklıklara ulaştırabilmesi kullanım potansiyelini artırmaktadır. Günümüzde sıcak su ısıtma yanında güneş enerjisinin yoğun kullanıldığı ve değişik isimlerle anılan “güneş evleri”, “sıfır enerjili (sıfır enerjiye yakın) bina”, “yeşil evler” örnekleri çok sayıda gerçekleştirilmiştir. Bazı illerimizde kamu ve üniversite girişimleriyle, proje destekleriyle gerçekleştirilen örnek başarılı uygulamalar mevcuttur. Bu uygulamaların artırılmasına ve görerak ve yaşayarak halkın bilinçlendirilmesine katkıda bulunulması gerekir. Aynı amaçlarla bir örnek uygulama da Şırnak'ta yapılmalıdır.

Günümüzde geline enerji darboğazı, küresel ısınma etkilerinin yoğun hissedilmesi, tüm ülkelerin yenilenebilir enerji uygulamalarına daha çok ağırlık vermelerini zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk güneş enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesini de kapsayan bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde henüz çok verimli ısıtma amaçlı havalı toplayıcıların geliştirilmesine yönelik firmaların girişimde bulunmaması şaşırtıcıdır. Yine ülkemizde henüz üretimleri gerçekleştirilmeyen birçok yeni teknoloji mevcuttur. Sanayicilerimizin doğru yönelişlerle bu gereksinimleri karşılamaları da gereklidir. Ülkemizde de çıkarılan enerji verimliliği kanunu, yenilenebilir enerji kullanımı kanunu, enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına dair yönetmelik, binalarda enerji kullanımlarında yenilenebilir enerjilere gerekli ağırlığın verilmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkemizde de bu konudaki yatırım ve uygulamaların teşvik görmesi de kaçınılmaz hale gelmektedir.

Mühendislerin de bu tür teknolojileri öğrenmesi, projelerinde değerlendirmesi ve uygulaması gereklidir. Bu kapsamda odalarımıza, üniversitelerimize, ilgili kamu kuruluşlarımıza da yenilenebilir enerji teknolojilerinin izlenmesi, yaygınlaştırılması, tartışılması, bu kapsamlarda kurslar, konferanslar, kongreler, çalıştaylar düzenlemesi, yayınlar çıkarması ve böylelikle eğitim çalışmalarına katkılarına devam etme görevi düşmektedir.

İl yönetimlerinin, yerel yönetimlerimizin ve üniversitelerimizin de yenilenebilir enerji, enerji verimliliği konularında halkın özellikle de genç öğrencilerimizin yetişmelerini, bilgilenmelerini sağlamaya yönelik başarılı örnek güneş evlerini gerçekleştirerek örnek yapılar oluşturmaları ve bilinçlenmelerini sağlamaları gereklidir.

Unutulmamalıdır ki güneş enerjili ısıtma ve soğutma uygulamaları gerçekleştirilen yapıların aynı zamanda çok iyi yalıtılmış binalar olması gerekir. Sistemleri hibrit sistemler olarak tasarlamak, mevcut sistemlerle güneş enerjisi sistemlerini çok iyi koordine ederek kullanan projeler gerçekleştirmek, konfordan ödün vermeden “enerji etkin” binalar oluşturabilmek olanaklıdır. Bu binalarda enerji yönetimi açısından en uygun iklimlendirme sistemi seçildiği gibi, güneş enerjisi, serbest soğutma vb. tasarruf uygulamaları ile birlikte başarılı çözümler gerçekleştirilebilmektedir.

Mühendislerimizin geçmişi ve geleceği görerek gerçekleştireceği projelerde enerji kullanımlarında güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirmesine özen göstermesi zorunludur. Burada belirtilmemekle birlikte yine güneş enerjisi uygulamalarından güneş pili teknolojileri gelişim ve uygulamaları ile yaygınlaşacak en önemli teknolojilerdendir.

Yenilenebilir enerjilerden olan güneş enerjisi teknolojileri konularındaki araştırmalar desteklenmelidir. Uygulamalarda kullanılacak ürün çeşitliliği de artırılmak ve geliştirilmek zorundadır.

Güneş enerjisi sistemleri çevresel etkileri ile araştırıldığında, çevre dostu ve çevreyi koruyan bir yapıdadır. Güneş enerjisi kullanımının önemli üstünlüğü sera gazları kirleticiliğini azaltmasıdır. Bu nedenle sürdürülebilir bir gelecek için nerede olanaklıysa güneş enerjisi sistemleri uygulanmalıdır.

Ayrıca yüksek sıcaklık uygulamalarından elektrik ve endüstriyel buhar üretimi ile ısıtma-soğutma uygulamalarına yönelik bilimsel ve ticari çalışmaların da artırılması, desteklenmesi gereklidir.

Ülkemizin ve özellikle Şırnak’ın güneş enerjisi potansiyeli olarak bu özgün konumu çok iyi değerlendirilmelidir. Bu konuda Şırnak’ın tüm kurum ve kuruluşlarına görevler düşmektedir.

Kaynaklar

- Al-Alili, A., Hwang, Y., Radermacher, R., (2014). *Review of solar thermalairconditioningTechnologies*, International journal of refrigeration, 39, 4-22.
- Duffie, J.A. and Beckman, W.A., (2013). *Solar Engineering of ThermalProcesses*, Fourth Edition, McGraw-Hill, 928 p.
- EIE/04/204/S07.38607<http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/policies/downloads/D23-solar-assisted-cooling.pdf>. 23/05/2018.
- Ghafoor, A. and Munir, A., (2015). *Worldwide overview of solar thermal cooling Technologies*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 43, 763–774.
- Güngör A., (2013). *İzmir İlinde Termal Uygulamalarda Güneş Enerjisi Neden Bir Gereksinimi*, TMMOB 2. İzmir Kent Sempozyumu / 28-30 Kasım, s.377-392.
- Güngör A., (2016). *Güneş enerjisi ile ısıtma ve soğutma teknolojilerine genel bir bakış*, Yeni Enerji, Mart-Nisan Yıl: 9, 51, 40-46.

- Henning, H.M., (2007). *Solar assisted air conditioning of buildings – an overview*, Applied Thermal Engineering, 27, 1734–1749.
- Kalogirou, S.A., (2004). *Solar Thermal Collectors and Applications*, Progress in Energy and Combustion Science, 30, 231–295.
- Kaltschmidt M., Streicher W., Wiese A., (2007). *RenewableEnergy*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kornher S. and Zaugg A., (1984). *The Complete Handbook of Solar Air Heating Systems*, Rodale Pres.
- Kurs Notları, (2011). *Güneş Enerjisi ile Isıtma/Yardımcı Isıtma*, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, MMO Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi, İZMİR.
- Sevinç, K. ve Güngör, A., (2012). *Güneş Enerjisi Kaynaklı Soğutma Sistemleri ve Bu Alandaki Yeni Uygulamalar*, Mühendis ve Makina, cilt 53, sayı 635, s.59-70.
- Zeyghami M., Goswami D.Y., Stefanakos E., (2015). *A review of solar thermo-mechanical refrigeration and cooling methods*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, **51**, 1428-1445.

ENERJİ ÜRETİMİ VE MİLLİ ENERJİ

Aydın Durmuş¹
Hakan Karakaya²

ÖZ

Enerjiye olan ihtiyaç artan nüfus, kentleşme ve teknolojinin hızla büyümesiyle gittikçe artmaktadır. Ülkelerin tüketmiş oldukları enerji gelişmişlik düzeyi ve dışa bağımlılık oranı ile doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada, ülkemiz enerji talebi ve üretim değerleri ortaya konulmuş olup, dünyadaki ülkeler ile kıyaslama yapılmıştır. Ülkemizin kısa vadede enerjide dışa bağımlılığının azaltılması ile ilgili çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir enerji, Enerji kaynakları, Yenilenemez enerji, Nükleer.

Energy Production and National Energy

ABSTRACT

The need for energy is increasing steadily with the growing population, urbanization and the rapid growth of technology. Energy consumption of the countries is directly related to their level of development and the rate of external dependency. In this study, energy demand and production values of our country are presented and compared with the countries in the world. Short term solutions for the reduction of external dependency on energy has been proposed.

Keywords: Energy, Renewable energy, Energy source, Non-renewable energy, Nuclear.

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen ve gelişmekte olan ülkelerde artan nüfus ve buna bağlı olan sanayileşme enerjiye olan talepte büyük bir artışa neden olmaktadır. Üretimde hayati bir üretim girdisi olan enerji bir ülkenin sosyal ve ekonomik kalkınma potansiyelini doğrudan gösteren bir yansıtmakta olan temel endekslerden bir tanesidir. Enerji tüketimiyle sosyal kalkınma arasında doğrudan bir ilişki vardır. Ekonomik büyüme ve refah artışıyla enerji tüketiminin de arttığı görülmektedir.

1 Batman Üniversitesi, aydin.durmus@batman.edu.tr

2 Batman Üniversitesi, hakan.karakaya@batman.edu.tr

Artan enerji ihtiyacı günümüzde en çok kullanılan fosil kaynakların yakın gelecekte mevcut rezervlerin tükenerek olması bilim adamlarını yerli veyeni kaynaklara yöneltmiştir. Bu kapsamda güneş, rüzgâr, hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına talep artmış, aynı zamanda bunlara ek olarak enerji maliyeti, uzun ömürlü olması yüksek enerji üretimi nedeniyle nükleer enerjiye olan talepte artmıştır.

Bu çalışmada, günlük hayatta kullanılan enerji kaynaklarının rezerv ve kapasitesi, üretimi ve tüketimi hakkında ülkemiz enerji profilinin çıkarılmıştır. Enerjide çeşitliliğin artırılması, enerji ihtiyacının yerli kaynaklarla giderilmesi ve kısa vadede enerjide dışa bağımlılığın azaltılması ile ilgili Dünya'da ve Türkiye'deki veriler ayrıntılı olarak araştırılıp çözüm önerileri sunulmuştur.

2. ENERJİ ÜRETİMİ

Enerji: hareket yapan veya yapmaya her zaman hazır kabiliyet demektir. İş yapabilme kabiliyeti olarak da tanımlanabilen enerji, farklı formlarda karşımıza çıkarabilir. Bunlara olarak ısı, ışık, mekanik, elektrik, nükleer ve kimyasal enerji gibi örnekler gösterilebilir.

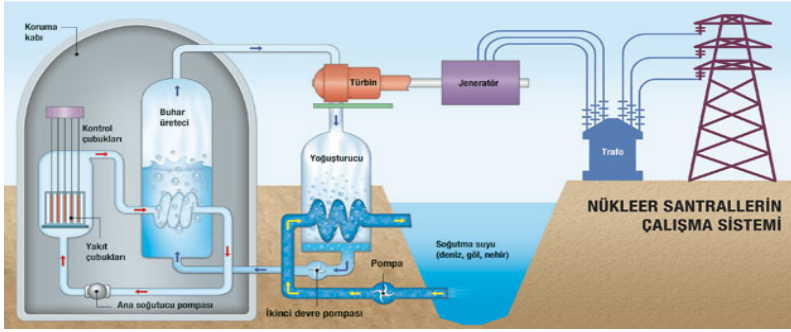
Enerji kaynakları genellikle tükenebilir veya yenilenebilir olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Yenilenebilir enerji kaynağı bol bulunan, sürekli ve defalarca kullanılabilir enerjidir. Yenilenebilir enerji, kısa zamanda yerine konulabilen enerji çeşididir. Yenilenebilir enerji kaynakları sırasıyla hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil kaynaklı olmayan enerji kaynaklarıdır.

Yenilenemez, tükenir enerji, kısa zamanda tekrar yerine oluşamayan, oluşabilmesi için milyonlarca yıl geçmesi gereken enerji olarak tanımlanır. Bunlar bitkilerin ve hayvanların organik kalıntılarının oluşturduğu fosillerin, petrol, doğal gaz ve kömür gibi hidrokarbon birleşiklerine dönüşmesidir.

Enerji üretimi birçok farklı kaynakların kullanılması ile gerçekleştirilebilir. Burada temel amaç birincil enerji kaynaklarını kullanarak günümüzde en çok kullanılan elektrik enerjisine dönüştürülmesini sağlamaktır. Bu dönüşümlerden bazıları ile ilgili detaylı bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

2.1. Nükleer Enerji

Nükleer santrallerde elektrik üretimi uranyum atomunun çekirdeklerinin fisyonu sonucu oluşan ısı enerjisi yardımıyla ilk çevrimde dolaşan suyu ısıtır. Bu yolla ısınan kızgın su, buhar jeneratörüne aktararak buhar jeneratöründe ikinci çevrimde dolaşan su ile ısı değişimi yaptırılır. İkinci çevrimde oluşan buhar ise türbine gönderilir. Bu sayede türbin elektrik jeneratörüne hareket enerjisi vermiş olur. Jeneratör elektrik enerjisi üretir. Enerji nakil hatları vasıtasıyla üretilen elektrik son kullanıcılara dağıtılmış olur.



Şekil 1. Nükleer Enerji Santrali

Nükleer enerjinin en büyük avantajı verimli, sürekli, güvenilir, güçlü ve temiz enerji olmasıdır. Nükleer santraller en verimli elektrik üretim kaynaklarıdır. Ortalama %92 kapasite faktörü ile 7/24 durmaksızın elektrik üretmektedirler. Nükleer santrallerin yakıt değişimleri 18 ayda bir sonbahar ya da ilkbahar mevsimlerine denk getirilerek yapılır. En kötü hava koşullarından bağımsız bir şekilde elektrik üretimine devam ederler. 1 cm uzunluğundaki bir fıstık büyüklüğündeki bir uranyum yakıt peleti 1 ton kömür ya da 481 m³ doğalgazdan üretilebilecek elektriği üretebilmektedir. Bir nükleer reaktör ile ortalama 782000 evin elektriği karşılanabilmektedir. Akkuyu nükleer elektrik santralinin bir ünitesi Adana'nın elektrik ihtiyacını rahatlıkla karşılayabilmektedir.

Türkiye gibi Nükleer teknolojisini ithal eden ülkeler için ilk yatırım maliyeti bir miktar yüksektir. Tesis teknolojisini oluşturan altyapı materyallerinin büyük bir kısmının ithal edilmesi gereklidir. Bir diğer sorun ise oluşacak kamuoyu tepkisidir.

Dünya'da hali hazırda Ağustos 2017 sonunda, toplam 446 nükleer reaktör ile kurulu gücü 392.521 MW 31 ülkede işletme faaliyeti yapmaktadır. 59 adet nükleer reaktör ise 16 ülkede inşaat sürecindedir. Bu reaktörler dünyadaki elektrik ihtiyacının %11'ine tekabül etmektedir. Ülkelerin nükleer enerji kullanımına bakılacak olursa Fransa ilk sıradır. Fransa elektrik ihtiyacının yaklaşık %73'ünü nükleer enerjiden sağlamaktadır. Ukrayna %52, Belçika %51, İsveç %40', Güney Kore %30, Avrupa Birliği ülkeleri %30 ve ABD %20 oranında nükleer enerjiden elde etmektedir.

Türkiye ile Rusya arasında 15 Temmuz 2010 tarihinde, Akkuyu'da nükleer santral tesisi ve işletmesi işbirliği hakkında imzalanan anlaşma TBMM Genel Kurulu'nda kabul edilmiştir. Yapılan bu anlaşma ile Akkuyu Nükleer Santrali 4 reaktör 1200 MW kapasiteye sahip olacak ve toplamda 4800 MW güç üretecektir. Santral tam kapasite çalışmaya başladığında yıllık ortalama 35 milyar kilovatsaat elektrik üretecektir. Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Japonya Hükümeti

arasında 3 Mayıs 2013 tarihinde Sinop'ta Nükleer Güç Santrali tesisi ve işletimine dair anlaşma imzalanmıştır. Bu anlaşmaya göre 4 reaktör 1120 MW'lık toplam 4480 MW'lık santral kurulacaktır. 3 Nisan 2018 tarihinde Akkuyu Nükleer Santrali'nin temeli Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan ve Rusya Devlet Başkanı Vladimir Putin'in katılımları ile gerçekleştirilmiştir.

2.2. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerjinin temelinde nehirler, nehirlere ve akarsulara karışan yağmur suyu ya da eriyen kar gibi yüksek bir kaynaktan aşağıya doğru akmasıyla oluşan enerjidir. Hidroelektrik santrallerde su toplama bölgelerinde toplanan suyun akmasıyla türbinler döner, bu türbinler sayesinde bağlı oldukları jeneratör ile elektrik üretilir. Hidroelektrik santral inşa edildikten sonra, üretilen enerjin düşük maliyetlidir ve çevre kirliliğine neden olmaz. Fakat yakın çevrede yaşayan canlılar üzerindeki etkileri açısından tenkit edilebilir.

2016 yılında, dünyada enerji ihtiyacının %32'si hidrolik enerji ile karşılanmıştır. Norveç, enerji ihtiyacının %99'unu hidroelektrik santrallerden karşılamaktadır. Türkiye'de 2016 yılı sonu itibariyle, işletmede bulunan 597 adet Hidroelektrik santral 26.681 MW'lık kurulu güce sahiptir. Bu değer toplam kurulu gücün yaklaşık %34'üne tekabül etmektedir. 2016 yılında elektrik üretimi, %24,7'si hidrolik enerjiden elde edilmiştir. 2016 yılında hidroelektrik üretimi 67,3 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir.

2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, güneş ışınımının yer yüzeyini değişik açılarda ısıtmasıyla gerçekleşir. Yeryüzünün değişik açılarda ısınması, atmosferin sıcaklığının, basıncının ve neminin farklı olmasına, bu değişikliklerde havanın hareketine sebep olur. Yeryüzüne gelen güneş enerjisinin ortalama %2'si rüzgâr enerjisine dönüşür. Rüzgâr türbinleri ise hareket halindeki havanın kinetik enerjisini ilk olarak mekanik enerjiye ve daha sonra elektrik enerjisine çeviren rüzgâr enerji santrallerinin ana yapı elemanıdır.

Dünya'da rüzgâr enerjisi bakımında Çin, ABD ve Almanya ilk sırada yer almaktadırlar. Türkiye'nin enerji üretiminde minimum yarar sağladığı yenilenebilir kaynağı rüzgâr enerjisidir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2016 yılında yapılan çalışma sonuçlarına göre Türkiye 67 MW rüzgâr enerjisi kurulu gücüne sahiptir. 400 MW kapasiteye sahip inşaatı devam eden on adet santral vardır.

2.4. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi (Fotovoltaik) enerji kaynağı olarak Güneş'ten gelen fotonlar görev alır. Fotonlar, Güneş'ten Dünya'ya gelen ışığı taşıyıcı olup, enerji yüklü parçacıklardır. Güneş paneli olarak adlandırılan, içeriğinde güneş enerji hücresi

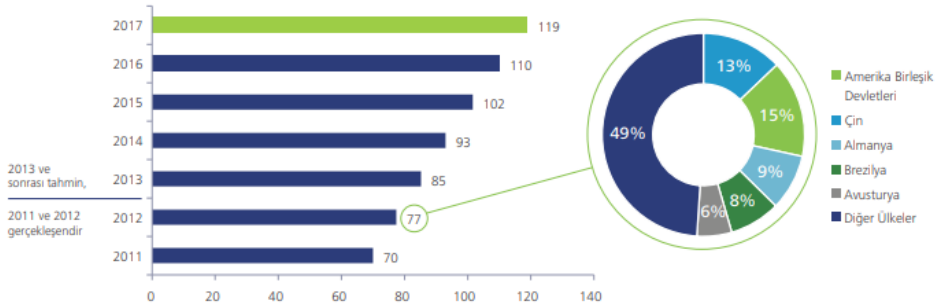
isimli parçalar bulunan ve bu yüzeylere çarpan fotonların elektriksel gerilim oluşmasına neden olur. Böylece elektrik üretilmiş olur.

Yenilenebilir enerji türleri (jeotermal ve gelgit enerjisi hariç) ve fosil yakıt enerjisi de dâhil olmak üzere güneşten kaynağını alır. Güneş yeryüzüne saatte 1×10^{15} kW enerji gelmektedir. 1×10^{18} watt yeryüzü güç kazanır. Dünya'ya eksilmez bir enerji kaynağı olan Güneş'ten, bir saniyede gelen enerji Türkiye'nin toplam enerji üretiminin 1700 katıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ise maliyeti en yüksek olanıdır. Afrika'nın büyük bir bölümü, Avustralya ve Amerika'nın orta bölgesi güneşin Dünya'da en fazla ulaştığı yerler olarak bilinmektedir. Tablo'dan da görüldüğü üzere, Dünya'da Çin Güneş enerjisi kurulu gücü bakımından 102.470 MW ile ilk sıradadır. Çin'i sırasıyla Japonya ve Almanya takip etmektedir. Türkiye ise 2017 yılı Kasım ayı itibarıyla 2.246 MW'lık kurulu güce sahiptir.

Güneş enerji sistemleri hali hazırda lokal amaçlı kullanımlar için çok ekonomik bir yöntem olmasa bile maliyeti giderek düşmektedir. Ayrıca sistem kurulumu yapıldıktan sonra enerji kaynağından bedelsiz yararlanılabilmektedir. ABD ve Almanya başta olmak üzere, birçok ülke daha büyük güçlerde enerji üretimi sağlayacak sistemler inşa edilmektedir.

2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, bir türden ya da farklı türlerden oluşmuş bir toplumda yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak tarif edilebilir. Biyokütle bir organik karbon eşdeğeri olarak da kabul edilmektedir.



Şekil 2. Global Biyokütle Kurulu Güç Gelişimi

Dünyada toplam birincil enerji ihtiyacının %10'unu karşılayan biyokütle enerjisi, ısınma ve ulaşım alanındaki kullanımının yanında, elektrik üretimi içinde kullanılmaktadır. Şekil 2'de de görüldüğü üzere, dünyada en fazla kurulu güce sahip ilk beş ülkenin Amerika Birleşik Devletleri 12GW, Çin 10GW, Almanya 6.9GW, Brezilya 6.3GW ve Avusturya 4.3GW olduğu gözlemlenmiştir.

2.6. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, Dünya merkezinden kilometrelerce altında bulunan, eriyik kayalar ve kayalardan oluşan mağmanın ısısıdır. Bu ısıyı üretmek için kuyular açılır ya da yüzeye yakın yerlerde bulunan su kaynakları veya kayalardan elde edilmektedir. Dünyada tüketilen enerjinin yalnızca %0,4'ü bu yolla elde edilmektedir. Jeotermal enerji ABD, Filipinler, Endonezya, Türkiye, İtalya, Japonya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerde üretilmektedir. Türkiye, Dünya'da jeotermal zenginliği ile dördüncü sıradadır. Jeotermal enerji kapasitesinden yeterince faydalanılmamaktadır. Türkiye'de 40°C'nin üzerinde sıcaklığı olan jeotermal bölgelerin sayısı 171'dir. Bu sahalardan sadece 11 tanesi yüksek sıcaklık saha kapsamında olup elektrik üretimine uygundur. Hâlihazırda Denizli-Kızıldere bölgesinde 20 MW gücünde jeotermal enerji üretim santrali kurulmuş olup bu tesisten 12 MW elektrik üretimi yapılmaktadır.

2.7. Dalga ve Gel-Git Enerjisi

Okyanuslar ve denizler, şimdilik tam olarak etkin şekilde kullanılmamış çok büyük yenilenebilir enerji depolarıdır. Gel-git ve dalga enerji teknolojileri güneş ve rüzgâr enerjisiyle kıyaslandığında nispeten daha yeni ve büyük ölçüde tetkik edilmemiş enerji tipidir. Bu enerji tipinin geliştirilmesi diğer kaynaklara göre daha maliyetlidir. Bu sebeple dalga ve gel-git enerji kaynağının yakın zamanda diğer enerji kaynaklarıyla mali açıdan rekabet edecek bir duruma gelmesi muhtemeldir. Amerika Enerji Bakanlığı'nın araştırmalarına göre, dünyadaki bütün sahillerin dalga enerjisi toplandığı zaman, 2-3 MW enerji açığa çıkmaktadır. Dünyada dalga ve gel-git enerjisi bakımından zengin olan yerler: İskoçya'nın batı sahilleri, Kanada'nın kuzey kesimi, Güney Afrika sahilleri, Avustralya sahilleri, ABD'nin kuzeydoğu ve kuzeybatı sahilleridir. Türkiye'de de birçok deniz sahilleri dalga ve gel-git enerjisi için uygundur. Ülkemiz sahillerinin askeri tesisler, turizm ve balıkçılık gibi nedenler ancak beşte birinden dalga enerjisi ile faydalanabilinir teknik potansiyeli, 18,5 milyar kWh olarak tahmin edilmektedir.

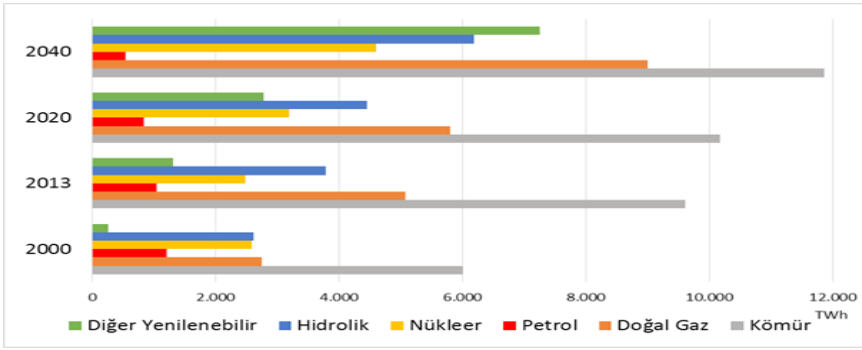
2.8. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen atomu 1500'lü yıllarda keşfedilmiştir. Yanabilme özelliği ise 1700'lü yıllarda keşfedilmiştir. Hidrojen, dünyanın en çok bulunabilen ve en kolay elde edilebeilen elementidir. Havadan 14,4 kez daha hafif, renksiz, kokusuz ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Başlıca enerji kaynakları arasında kabul edilmese de hidrojen gelecek için umut vaat eden bir yakıt türüdür. Günümüz teknolojileri ile hidrojenin fosil yakıtlardan ya da sudan elde edilebilmesi için elektrik enerjisinin çok fazla harcanması gerekmektedir. Diğer taraftan hidrojenin saklanma ve taşıma işlemi oldukça zor koşullardadır. Bazı dönemlerde oluşan elektrik enerjisinin ihtiyaç fazlası hidrojen olarak depolanması günümüz için de geçerli bir seçenek olarak değerlendirilebilmektedir. Bu tarz depo edilen

enerjinin yaygın olarak kullanılabilmesi toplu taşıma amaçları için yakıt piline dayalı otomotiv teknolojilerinin geliştirilmesine bağlıdır.

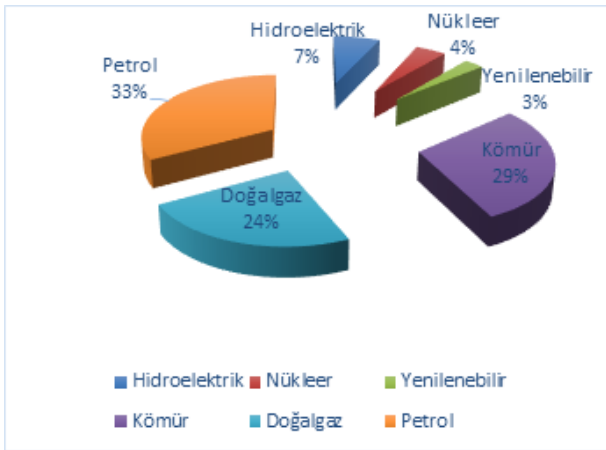
3. ENERJİ TALEBİ

Günümüzde dünya enerji üretiminde ilk öncelikli kaynaklar yenilenemeyen enerji kaynakları olan petrol, doğalgaz ve kömürdür. Bilhassa nükleer enerjinin çevreci ve ekonomik bir yakıt olmasından dolayı enerji üretimindeki payı gün geçtikçe artmaktadır. Şekil 3 ve 4'te de görüldüğü üzere, dünyanın en çok kullanılan birincil enerji kaynağı petroldür. İkinci sırada ise kullanımı gittikçe azalan maden kömürü, üçüncü sırada üretim ve tüketim değerleri gittikçe yükselen doğalgaz bulunmaktadır. Dönem dönem enerji kaynaklarına olan ilgi değişmiştir. Kömürün yerini zamanla petrol almış ve sonraki yıllarda doğalgaz önem kazanmıştır.



Şekil 3. Dünya Elektrik Üretiminde Enerji Kaynakları Değerleri (2000-2040)

Dünya'nın nükleer enerjiye olan ilgisi ise 2000li yıllardan beri artmıştır. 2020 ve 2040 yıllarında diğer yenilenebilir enerji kaynaklarını geride bırakması öngörülmüştür.



Şekil 4. Dünyada Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı-2016 (Milyon-TEP)

Fosil kaynaklı yakıtların dünyadaki durumu Tablo1’de de görüldüğü üzere 2017 yılı itibariyle rezerv miktarları verilmiştir. Bu verilere göre dünyada kaynaklarının çoğu elektrik üretiminde kullanılabilir 45 yıllık petrol rezervi, 54 yıllık doğalgaz rezervi bulunmaktadır.

Tablo 1. Fosil Kaynaklı Yakıtların Dünyadaki Durumu

Kaynak Tipi	Dünya Rezervi (2017)	Dünya Rezervleri Kullanılabilme Süreleri	Dünya Fosil Yakıt Değerleri		
			Üretim (MTEP)	Tüketim (MTEP)	Tüketim Payı (%)
Petrol (Milyar Ton)	271.254	45	4001,3	4062,2	%33,3
Doğalgaz ₃ (Trilyon m ³)	201,9	54	2989,6	2902,5	%31,3
Kömür (Milyar Ton)	Taş kömürü	403	4002,7	3809,7	% 35,4
	Linyit	201			
Toplam	10990,6	10774,4	10990,6	10774,4	100

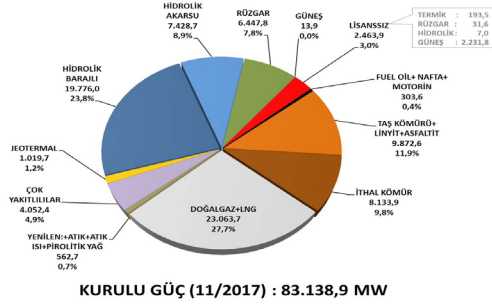
Gelişmiş ülkelerde, enerji verimliliğini yükseltmek, enerji yoğunluğunu azaltmak ve kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimini arttırmak, enerji stratejilerinin temelini oluşturan öğelerdir. Bu nedenlerden dolayı dünya’da hızla artan bir enerji ihtiyacı vardır. Yüksek enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu ise nükleer enerji ile sağlamak mümkün olacaktır. Nükleer santrallerin toplam kapasitesi 2020 yılında 400-500 GW, 2030 yılında ise 700 GW dolaylarında olması beklenmektedir. Ülkelerin nükleer santrallere yönelmesinde:

- Elektrik üretim maliyetinin diğer kaynaklara göre düşük olması,
- Enerji arz güvenliğinin sağlanması,
- Yakıt fiyatlarının, elektrik maliyeti üzerindeki küçük etkisi,
- Sera gazı salımı olmaması ile iklim değişikliğiyle mücadelede pozitif etkisi.

3.1. Türkiye’de Elektrik Enerji Talepleri

Türkiye’de elektrik enerjisi elde edilen kaynakların kurulu gücü şekilde gösterildiği gibi 83.138,9 MW’tır. Bu kurulu gücün %27,7’si doğalgaz, %21,7’si kömür ve linyit, %23,3 ise hidrolik barajlardan elde edilmektedir.

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ – 2017 KASIM SONU



Kaynak: TEİAŞ, 12.12.2017

Şekil 5. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü (TEİAŞ)

Türkiye elektrik tüketimi talep artış miktarında Çin’den sonra dünyada ikinci sırada, Avrupa’da ise ilk sıradadır. Tablo 2. de ülkelerin nüfus, GSYİH/kişi, enerji üretim ve tüketim miktarları yer almaktadır. Türkiye’nin büyüyen ekonomisine, artan elektrik tüketimine ve nüfus yapısına karşılık enerji arz portföyüne bakıldığında, petrolün %92’si, doğalgazın %98’i, kömürün %20’si ithal kaynaklardan karşılanmakta olup enerji ithal bağımlılığı %72 civarındadır. Bunun sonucu olarak cari açık değerleri içinde enerji ithalatından kaynaklanan pay 60 milyar dolar olarak gerçekleşmektedir.

Tablo 2. Ülkelerin Nüfus, GSYİH/kişi, Enerji Üretim-Tüketim Miktarı.

Ülkeler	Nüfus (Milyon)	Gsyih /Kişi (\$/Kişi)	Elektrik Tüketimi (Twh)	CO ₂ Emisyonu (Milyon Ton)
Çin	1.379	8.123,18	5.322	9653
Abd	325,7	54.446,79	3.886	6007
Rusya	144,3	8.748,36	1.038	1657
Hindistan	1.324	1.709,39	698	2073
Japonya	127	38.894,47	859	1345
Kanada	36,29	42.157,93	499	624
Almanya	82,67	41.936,06	582	799
Brezilya	207,7	8.649,95	455	589
Güney Kore	51,25	27.538,81	449	769
Türkiye	79,51	10.787,61	245	348

Enerji kaynaklarının maliyet açısından da karşılaştırılması gereklidir. Tablo 3’den de görüldüğü gibi ilk yatırım maliyetleri ve birim enerji maliyeti karşılaştırılmıştır. Buna göre ilk yatırım maliyeti en yüksek güneş enerji santralleridir. Nükleer enerji santrali ise yatırım bedelinin enerji karşılığı en

yüksek geri kazanım sağlamaktadır. Birim enerji maliyetinde de güneş enerjisi en pahalıdır. Hidrolik enerji ise birim enerji yönünden en ucuzudur.

Tablo 3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Karşılaştırılması.

Kaynak Tipi	Yatırım Bedel (\$/kW)	Birim Enerji Maliyet (cent /kWh)
Güneş	Yüksek	10-20
Nükleer	3000-4000	7.5
Petrol	1500-2000	6
Rüzgâr	1000-1200	3.5-4.5
Doğalgaz	600-700	3
Jeotermal	1500-2000	2.2-4
Kömür	1400-1600	2.5-3
Hidrolik	750-1200	0.5-2

4. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye’de ve dünyada yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları, bu kaynakların durumu, üretilen ve üretilecek elektrik enerjisi potansiyeli değerlendirilmiştir. Ülkemizde yenilenebilir enerji kullanımının giderek artmasına karşılık, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı yenilenemez enerji kaynaklarından temin edildiği görülmektedir. Ülkemizin sahip olduğu mevcut enerji potansiyelini daha etkin kullanmak düşüncesiyle mevcut projeler özellikle Nükleer tesisler hızla tamamlanmalı ve enerji iletim altyapısı güçlendirilmelidir.

- Nükleer santrallerin çalışma verimi (kapasite faktörü) yaklaşık % 90 civarlarındayken, güneş ve rüzgâr santrallerinde bu oran en fazla % 20 civarındadır. Hidrolik santrallerde ise bu oran %30-35 seviyelerini geçmemektedir.
- Rüzgâr ve güneş santrallerinin işletme ömürleri 15-25 yıl iken yeni nesil nükleer santrallerin işletme ömrü 60 yıl civarındadır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı santraller nükleer santrallere göre çok daha fazla alan kaplamaktadır.
- Enerji ithal bağımlılığının azalması için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımızı sonuna kadar kullanmalıyız.
- Nükleer güç santralleri doğalgaz ithali yerine elektrik enerjisi elde edilmesiyle enerjideki dışa bağımlılığın azalması sağlanacaktır.
- Fosil yakıtlara olan bağımlılığımızı azaltmayı, enerji kaynak çeşitliliğini artırmayı ve enerji arz güvenliğini sağlanmalıyız.

Akkuyu ve Sinop nükleer santrallerinin işletmeye alınması durumunda 2023 yılındaki elektrik kurulu gücünün en az %10'unu, elektrik tüketiminin de % 17'sini nükleer santrallerden, geri kalanı ise yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından maksimum düzeyde kullanılarak doğalgaz ithalatında yıllık olarak 7,2 milyar dolarlık tasarruf gerçekleştirilecektir.

Tablo 4. *Türkiye'deki Nükleer Enerji Santralleri Durumu*

Üniteler	Reaktör Tipi	Kurulu Güç	Durumu	Maliyet
Akkuyu-1	VVER-2000 (AE-2006)	1200MW	İnşaat'ına başlandı	20 Milyar Dolar
Akkuyu-2	VVER-2000 (AE-2006)	1200MW	İnşaat Halinde	
Akkuyu-3	VVER-2000 (AE-2006)	1200MW	İnşaat Halinde	
Akkuyu-4	VVER-2000 (AE-2006)	1200MW	İnşaat Halinde	
Sinop-1	ATMEA-1	1120MW	İnşaat Halinde	20 Milyar Dolar
Sinop-2	ATMEA-1	1120MW	İnşaat Halinde	
Sinop-3	ATMEA-1	1120MW	İnşaat Halinde	
Sinop-4	ATMEA-1	1120MW	İnşaat Halinde	

- Ülkemiz için en önemli olan nükleer enerji ile yerli ve milli enerji kaynağı sahibi olmaktadır.
- Yerli mühendislerimizin yüksek teknolojiyi, atom teknolojisinin kullanımını öğrenmesi ve bilgilenmesi olacaktır.
- Nükleer santraller ve nükleer teknoloji ülkemiz için yalnızca elektrik üretim tesisi olarak değil, aynı zamanda sanayi, tıp ve tarımda da uygulama alanı bulan teknoloji yoğun bir sektör olup önemli istihdam imkânları sunacaktır.
- Ülkemizde nükleer santrallerin inşası ve işletilmesi esnasında bu projelerden birçok sektör direkt ve dolaylı olarak pozitif yönde etkilenecektir.
- Ülkemizde nükleer santraller ile teknoloji, istihdam ve ekonomiye olumlu katkılarının yanında, kalite yönetim standartlarının uygulanması, emniyet kültürünün gelişmesi ve yerleşmesi, standartlara uygunluğun denetlenmesinde büyük katkılar sunacaktır.

Kaynaklar

- Durmuş, A., Ercan, U., Avcı, A., Kallioğlu, M., Karakaya, H., (2017). Batman İli Enerji Profilinin Araştırılması, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 7 (2/2), 161-167.
- Işık, N., & Kılınç, E. C., (2014). Ulaştırma Sektöründe CO₂ Emisyonu ve Enerji Ar-Ge Harcamaları İlişkisi, Hacettepe Üniversitesi.
- İlter, E., & Kınık, H., (2017). Türkiye'nin Enerji Denklemi: Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Ve Türk Akımı”, Uluslararası İktisadi İdari Bilimler.
- Koç, E., & Kaplan, E., (2008). Dünyada ve Türkiye de Genel Enerji Durumu. Termodinamik Dergisi, 188-106.
- Koç, E., & Şenel, M. C., (2013). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu - Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makina, 54 (639), 32-44.
- Yumurtacı, Z., & Bekiroğlu, N., (2005). Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri’, Uluslararası Eko Teknolojiler ve Ekolojik Yerleşimler Sempozyumu, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 14-15 Kasım.
- Uygur, İ., Demirci, R., Saruhan, H., Özkan, A., & Belenli, İ., (2006). Batı Karadeniz Bölgesindeki Dalga Enerjisi Potansiyelinin Araştırılması, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(1), 7-13.
- Üstün, A. K., & Kurban, M., (2010). Determination and analysis of wave energy converters for Turkey. In Electrical, Electronics and Computer Engineering (ELECO), 2010 National Conference on (pp. 62-66). IEEE.
- <http://www.akkunpp.com/index.php> 12 Mart 2018 tarihinde adresinden erişilmiştir.
- <http://www.enerji.gov.tr> 13 Mart 2018 adresinden erişilmiştir.
- www.enerjiinstitusu.com 12 Mart 2018 adresinden erişilmiştir.
- www.enerjiatlası.com 12 Mart 2018 adresinden erişilmiştir.
- <https://www2.deloitte.com> 15 Mart 2018 adresinden erişilmiştir.
- <http://www.ıbb.gov.tr> 12 Mart 2018 adresinden erişilmiştir.
- www.nukleerakademi.org 12 Mart 2018 adresinden erişilmiştir.
- www.nukleer.web.tr 12 Mart 2018 adresinden erişilmiştir.
- <https://www.teknolojik-blog.com/index.php/nukleer-santraller-nasil-calisir/12> Mart 2018 adresinden erişilmiştir.

ŞIRNAK İLİ BÜRÜT HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

Z. Fuat Toprak¹

Derya Karakaya²

Veysel K1ş³

ÖZ

Bilindiği üzere nüfusun, teknolojinin ve refah düzeyinin artmasına bağlı olarak enerji ihtiyacı çeşitlenerek artmaktadır. Bu nedenle küresel çapta temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışı ve bu yönde çalışmalar gittikçe da artmaktadır. Özellikle küresel boyuttaki iklim değışikliği bu konuya ilginin daha da artırmasına neden olmaktadır. Hidrolik enerji de en önemli temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Bu çalışmada, Şırnak ilinin bürüt hidroelektrik enerji potansiyeli değeriendirilmiştir. Bunun için il sınırları içinde yer alan akarsuların debileri ve akarsular üzerinde seçilen her bir kesitin kotu belirlenmiş, daha sonra bu kotların farkları alınarak iki kesit arasındaki bürüt potansiyel hidrolik enerji hesaplanmıştır. Bu akarsular üzerinde yer alan barajlar, HES'ler, regölatörler ve diğer su yapıları ile hâlihazırda işletmede, inşaat aşamasında ve proje aşamasında olan özel ve kamuya ait hidrolik yapıların sayısı, kapasiteleri ve diğer hidrolik özellikleri sunulmuştur. Bu çalışmadan Şırnak ili için elde edilen hidrolik enerji potansiyeli aynı zamanda DSI'nin ve özel sektörün il sınırları içinde yer alan işletmede, inşa ve planlama aşamasında bulunan hidrolik yapıların potansiyeli ile karşılaştırılmıştır. Bunlara ek olarak sözkonusu potansiyele yönelik yapılacak yatırımların veya faaliyetlerin güçlü ve zayıf yönlerinin analizi verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ülkemiz ve dünya hidrolik enerji potansiyeli ile karşılaştırılmıştır. Bu tür çalışmaların ülke ekonomisinin yanı sıra, istihdam başta olmak üzere ilin ekonomik ve sosyal canlılığına katkısı olacağı umulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bürüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli, HES, Küçük HES, mini HES, Şırnak.

- 1 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 73000 Şırnak Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 21280 Diyarbakır Dicle Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Merkezi, 21280 Diyarbakır, topkzf@dicle.edu.tr
- 2 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 73000 Şırnak, d.karakaya@sirnak.edu.tr
- 3 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 73000 Şırnak veyselk_72@hotmail.com

Assessment of Gross Hydroelectric Power Potential of Şırnak Province

ABSTRACT

As it is known, the energy demand increases due to the increase in population, technologic development and welfare level. Particularly due to the global climate change, the clean and renewable energy sources are investigated on global scale and the number of the works performed in this field dramatically increases. Hydraulic energy is also one of the most important clean and renewable energy sources. In this study, the gross hydraulic energy potential of the Şırnak Province has been assessed. For the goal first, the flow rate of the rivers and the altitude of the points (cross-sections) chosen on the rivers has been determined. Later, in order to use for calculating the gross potential hydraulic energy, the altitudinal difference between two points has been calculated. For a best comparison, the number, hydropover capacity, and other hydraulic properties of the built, under construction, or planned water structures (i.e, dams, regulators HPPs) currently present within the province boundry have been discussed. Furthermore, the SWOT analyses of hydropower works performed in the province has been made. The results have been comparized to the national and world gross hydropower potential. It is hoped that such studies will contribute to the local and national economy as well as social and livelihoods development.

Keywords: Gross HydroPower Potential, HPPs, Small HPPs, mini HPPs, Şırnak.

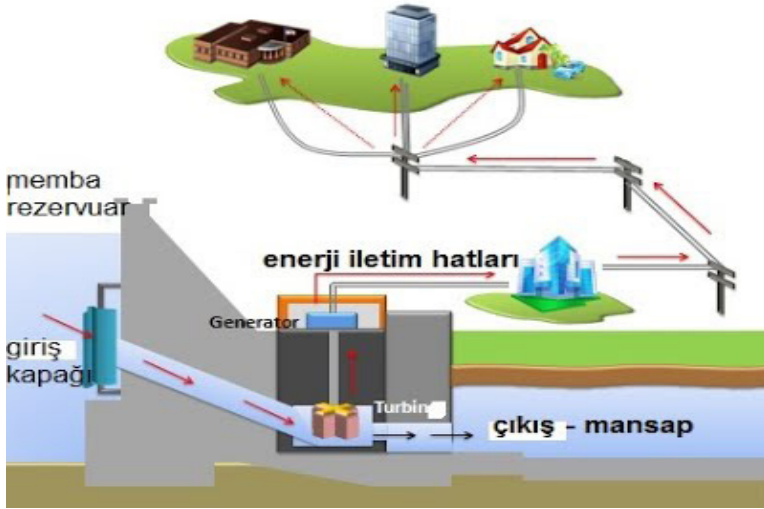
1. GİRİŞ

Dünya da mevcut enerji kaynaklarının sınırlı olması; özellikle fosil kökenli enerji kaynaklarının ekosisteme zarar vermesi ve dünyadaki politik durum, bilim ve teknoloji çevrelerini yeni enerji kaynaklarını araştırmaya itmiştir. Bu arayış özellikle ucuz, yenilenebilir ve eko sisteme zarar vermeyecek (temiz) kaynakların bulunması yönündedir. Akarsular geçmişten günümüze kadar yenilenebilir ve ham madde tüketmeyen en temiz ve çevre ile dost enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Bu durumda hidroelektrik enerji, teknik açıdan yararlanılabilir, yenilenebilir, temiz, çevresel etkileri az, ucuz ve tamamıyla yerli bir enerji kaynağı olması bakımından ülkemiz için çok önemlidir (Kaygusuz, 1999). Ayrıca hammadde gereksinimi açısından dışarıya bağımlılık da söz konusu değildir. Bu nedenle dünyada gelişmiş veya gelişmekte olan birçok ülkede çoğu biriktirmeli olmak üzere sayısız HES mevcuttur. Bu durum aksi söylene de dünyamızın HES'lerden ve barajlardan vazgeçmediğini, baraj ve HES'lerin hala popülerliğini koruduğunu göstermektedir (Toprak, 2011). Hidroelektrik enerji santralleri çeşitli enerji kaynakları arasında temiz, çevreyle uyumlu, yenilenebilir, uzun ömürlü, yüksek verimli ve işletme gideleri çok düşük dışa bağımlı olmayan yerli kaynaklardır.

2. HİDROELEKTRİK ENERJİ SANTRALLERİ

2.1. Genel HES Yapıları

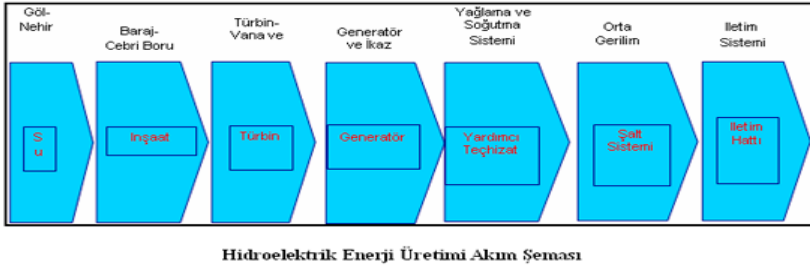
Suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye, kinetik enerjinin mekanik enerjiye, mekanik enerjinin ise elektrik enerjisine dönüştürülmesiyle hidroelektrik enerji üretilmektedir. Suyun yüksek seviyeden düşük seviyeye doğru düşmesi sonucu potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşmektedir. Hareket halindeki suyun, bir mil üzerinde bulunan türbin kanatları üzerinde ρQV momentum kuvvetini oluşturmaktadır. Bu kuvvet, türbin milini hareket ettirerek kinetik enerji mekanik enerjiye dönüştürmekte ve enerjiyi jeneratöre iletmektedir. Manyetik bir alan bulunduran jeneratörler vasıtasıyla mekanik enerji elektrik enerjisine dönüşmektedir (Özdemir, 2011; Başeşme, 2003).



Şekil 1. En çok bilinen hidroelektrik santral şekli (URL1)

Şekil 1'de sistem şematik olarak verilmiştir. Akış Şeması ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

HES'lerin yapısını meydana getiren başlıca tesisler; baraj gövdesi ve gölü, su alma tesisleri, su yolları tesisleri, santral tesisleri, santral çıkış suyu kanalı, şalt tesisleri, dip savak tesisleri, dolu savak tesisleri şeklinde sıralanabilir.



Hidroelektrik Enerji Üretimi Akım Şeması

Şekil 2. Hidroelektrik Enerji Üretimi Akım Şeması (URL2)

Hidroelektrik enerji üretiminin kuruluş ve işletim giderleri ile çevresel, sosyal, tarihi ve kültürel, stratejik ve uluslararası ilişkiler (özellikle sınır aşan su kaynaklarının kullanımında) boyutundaki etkileri, su kaynağının biriktirmeli olup olmamasına bağlı olarak değişmektedir. Akarsuların, kurak ve yağışlı mevsimlerdeki debileri arasında ciddi bir fark olduğu takdirde sürekli ve güvenilir bir hidroelektrik enerji üretimi için bir biriktirme tesisine ihtiyaç vardır. Biriktirmeli hidroelektrik santralleri akarsuların önünün baraj gövdesi ile kesilip gerisinde suyun biriktirilmesi ilkesine dayanan santrallerdir. Akarsuların, kurak ve yağışlı mevsimlerdeki debileri arasında ciddi bir fark olmadığında sürekli ve güvenilir hidroelektrik enerji üretimi için bir depolama tesisine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu gibi durumlarda bir su alma yapısı aracılığı ile su doğal kaynaktan alınıp cebri borulara verilmektedir. Su, yeterli bir düşü yüksekliği sağlanıncaya kadar cebri borular içinde taşınır ve HES'e kadar iletilir. Mesafenin uzun olması halinde su bir açık kanal (yaklaşım kanalı) ile cebri borulara verilir. Ülkemizde Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgelerinde, doğrudan yağışlarla veya kar erimelerinden beslenen derelerin rejimi düzenli ve arazinin topografyası kısa mesafede yeterli düşüyü mümkün kılmaktadır. Bu nedenle bu tip santraller için oldukça uygundur (Atabey, 2015).

2.2. Hidroelektrik Santrallerin Sınıflandırılması

Düşülerine göre; alçak (düşü 10 metreden küçük), orta (düşü 10- 50 metre arasında) ve yüksek (düşü 50 metreden büyük) düşümlü hidroelektrik santraller olarak sınıflandırılır. Kurulu güçlerine göre ise çok küçük (mikro) kapasiteli (<100 kW), küçük (Mini) kapasiteli (100-1000 kW), orta kapasiteli (1000-10000 kW), büyük kapasiteli (>10000 kW) olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır; diğer taraftan HES'ler, depolama durumuna göre de rezervuarlı (baraj göllü veya tabi göllü), rezervuarsız (nehir tipi) ve pompaj depolamalı olarak üç gruba ayrılmaktadır. Rezervuarlı (Depolamalı) hidroelektrik santraller, barajlı santraller olarak da isimlendirilmektedir (Yavuzdemir, 2012).

2.3. Hidroelektrik Santrallerin Faydaları;

- Yenilenebilir kaynak olan sudan enerji elde etmeleri,
- İşletme ömrünün uzun olması
- Sera gazı emisyonu meydana getirmemesi
- İmalatın büyük oranda yerli imkânlarla yapılabilmesi,
- Teknik ömrünün uzun olması ve yakıt giderlerinin olmaması,
- İşletme bakım giderlerinin az olması,
- İstihdam imkânı meydana getirmeleri,
- Yakıt masrafı olmadan sudan enerji üretmesi
- Kırsal kesimlerde ekonomik ve sosyal yapıyı canlandırmaları yönünden en önemli yenilenebilir enerji kaynağıdır.

3. DÜNYADAKİ HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ

Tablo 1’de belirtilen bölgelerde dünya genelinde teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir potansiyel verilerine göre hidroelektrik enerji potansiyeli gösterilmiştir. Türkiye için Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli 433 TWh/yıl, Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli 216 TWh/yıl ve Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli 160 TWh/yıldır. Hidroelektrik enerji kaynakları dünya üzerinde geniş bir şekilde yer almaktadır. Yapılan çalışmalar neticesinde yaklaşık 150 ülkede hidroelektrik potansiyel olduğu ortaya çıkartılmıştır. Ancak söz konusu hidroelektrik enerji potansiyelinin %35’i kullanılmaktadır (DEKTMK, 2007).

Tablo 1. Dünya Hidroelektrik enerji potansiyeli (DEKTMK 2007).

Bölge	Brüt Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)	Teknik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)	Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Enerji Potansiyeli (TWh/yıl)
Afrika	4000	1665	1000
Asya	19000	6800	3600
Avustralya/Okyanusya	600	270	105
Avrupa	3150	1225	800
K. ve Orta Amerika	6000	1500	1100
Güney Amerika	7400	2600	2300
Dünya	40150	14060	8905
Türkiye	433	216	160
Türkiye/Dünya (%)	1.08	1.54	1.80

Dünya hidroelektrik üretiminin %70'i dünya üzerinde en fazla hidroelektrik enerji üretimini sağlayan ilk on ülkenin toplamına denk gelmektedir. Hidroelektrik üretimde Çin dünyada 1. sırada yer almaktadır. Çin'de işletmede yüksekliği 30 m'nin üzerinde 5327 büyük baraj bulunmakta ve sahip olduğu teknik HES potansiyelinin %23'ü kullanılmaktadır. 2. sırada yer alan Brezilya ise teknik potansiyelinin sadece %25'ini kullanmasına rağmen elektrik enerjisinin %83.9'unu hidroelektrikten karşılamaktadır. Norveç'in hidroelektrik enerji üretiminin toplam yenilenebilir enerji üretimi içerisindeki payı, %98.5 değerindedir. Türkiye de ise yıllık 45.93 TWh hidroelektrik enerji üretimi gerçekleştirmiştir. Türkiye'nin sahip olduğu topoğrafik yapı ve hidrolojik koşullar, hidroelektrik enerji üretimini olumlu bir şekilde etkilemektedir. Türkiye, 2013 verilerine göre 80174 GWh/yıl ortalama üretimle dünyada 14. sırada yer almaktadır. Dünyanın kıtalara göre hidroelektrik enerji potansiyeli Tablo 1'de ve dünyada hidroelektrik enerji üretiminde söz sahibi ülkelerin bu sektördeki gelişim durumları Tablo 2'de verilmiştir (Akpınar, 2007; IEA, 2008).

Tablo 2. Hidroelektrik Enerjinin Dünyadaki Durumu (2011 yılı) (Koç ve Şenel, 2013).

Ülke	Kurulu Gücü (GW)	Üretimi (TWh)	Dünya Üretimi İçindeki Payı (%)	Yerli Elektrik Üretiminde Hidroelektriğin Payı (%)
Çin	212	722	19.8	14.8
ABD	79	328	9.4	7.4
Brezilya	79	430	12.3	80.6
Kanada	75	377	10.8	59.0
Japonya	28	85	2.4	8.0
Rusya	47	165	4.7	15.7
Hindistan	42	132	3.8	12.4
Norveç	30	122	3.5	95.2
Türkiye	17	52	1.5	22.8
TOPLAM	609	2413	68.2	

4. TÜRKİYE HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ

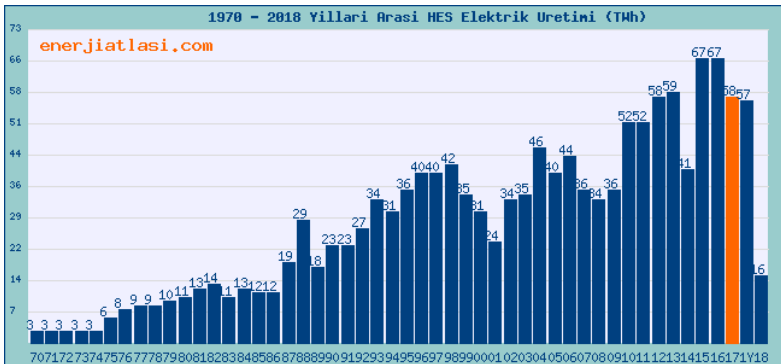
Günümüzde enerji sosyal ve ekonomik gelişme üzerinde büyük bir öneme sahiptir. Nüfus ve sanayideki artışa bağlı olarak ülkemizde enerji ihtiyacının sürekli arttığı ve hidroelektrik enerjinin Türkiye için yenilenebilir enerji kaynakları arasında en önemlisi olduğu belirtilmektedir (Ozturk, 2004; Eriş ve Toprak, 2011). Türkiye'nin brüt (teorik) hidroelektrik potansiyelinin Dünya hidroelektrik potansiyelinin yaklaşık %1'i dir. Bu potansiyel ile Avrupa Hidroelektrik potansiyelinin %14'ünü oluşturmaktadır (Kaygusuz 2002). Ozturk (2004), yenilenebilir, yerli, çevre ile dost olması hasebiyle hidroelektrik enerjisinin Türkiye'nin en gerçekçi enerji kaynağı olarak görüldüğünü ve teknik

ve ekonomik fizibilitesinin gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmektedir (Ozturk, 2004). Ülkemizin hidrolik enerji kapasitesi Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. Ülkemizin Hidrolik Enerji Kapasitesi

Hidroelektrik Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri		
Durum	Güç (MWe)	Oran
Devrede	27.212	%62,2
Kurulumu devam eden	6.138	%14,1
Üretim lisansı alınan	3.181	%7,3
Önlisans alınan	3.938	%9,0
Proje aşamasında	2.993	%6,9
TOPLAM	43.682	%100

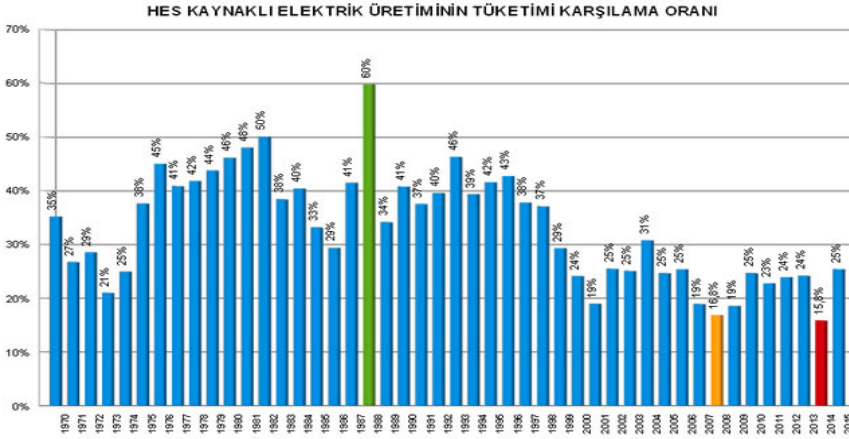
Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklarımızın teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh olup teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel 140 milyar kWh/yıldır. Türkiye, enerji sektöründe rekabete dayalı yatırım ortamının geliştirilmesi ve şeffaf bir piyasa yapısının oluşturulması yönünde adımlar atmaya devam etmektedir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yürürlüğe konulan yasal düzenlemelerin de etkisi ile özel sektöre de üretim imkânı verilmiş ve hidroelektrik santral (HES) yapmak üzere 2016 yılı sonu itibari ile 26.678 MW’lık 594 santral için lisans alınmıştır. Bu kapasite toplam kurulu gücün yaklaşık %34’üne karşılık gelmektedir. 2016 yılında elektrik üretimimizin, %24,7’si hidrolikten elde edilmiştir. Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek tüm hidroelektrik potansiyelin 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde kullanılması hedeflenmektedir (URL3). Hidroelektrik santrallerin yıllık elektrik üretim değerleri 1970-2018 yılları arası TWh olarak aşağıdaki grafikte verilmiştir (Şekil 3). Grafiğin son iki sütunundaki değerler geçici olup yılsonunda güncellenmektedir (URL4).



Şekil 3. 1970-2018 Yılları Arası HES Enerji Üretimi (TWh)

4.1. HES'lerin Toplam Tüketimi Karşılama Oranı

Hidroelektrik santrallerin üretimi ile Türkiye'nin toplam tüketimi karşılaştırıldığında 2014 yılında minimum, 1988 yılında ise maksimum tüketim karşılama değerleri oluşmuştur (Şekil 4, URL4).



Şekil 4. 1970-2018 Yılları Arası HES Kaynaklı Elektrik Enerji Üretiminin Tüketimi Karşılama Oranı

5. ŞIRNAK İLİ HİDROELEKTRİK ENERJİ POTANSİYELİ

Şırnak ili kuzeyden güneye ve batıdan doğuya doğru havzalara ayrılmıştır. İl toprakları Dicle Havzası içinde sayılmaktadır (Şekil 5). Şırnak'taki bütün akarsular Dicle'nin kollarıdır. Şırnak'ın önemli akarsuları Kızılsu, Hezil ve Habur çaylarıdır. Suların debileri mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Su kaynakları henüz kirlenmemiş durumdadır. Akarsuların geçtiği kısımlara yakın tarım arazilerinde bu akarsulardan istifade ederek sulama yapılmaktadır (Şırnak Valiliği, 2016).



Şekil 5. Şırnak Akarsu Haritası

Şırnak ilinin batı ve güney kesimindeki bazı düzlükler dışında, büyük bölümü akarsular tarafından derince yarılmış platolar halindedir. Bu coğrafi yapı içerisinde 2 agro-ekolojik alt bölge bulunmaktadır. Birinci agro-ekolojik alt bölge, rakımı 300-400 metre arasındaki geniş ovaların yer aldığı Cizre, Silopi ve İdil ilçelerini; ikinci agro-ekolojik alt bölge ise rakımı 1000 metre ve üzerindeki engebeli, sarp yamaçlar ve yüksek dağların yer aldığı, tarım alanın az, buna karşılık orman ve meraların geniş çapta bulunduğu Merkez, Beytüşşebap, Güçlükönak ve Uludere ilçelerini kapsamaktadır. Dağlık kesimlerde Güneydoğu Toroslar sistemine bağlı yüksek kütleler vardır. İlin önemli dağları; Cudi, Gabar, Namaz ve Altın Dağlarıdır. Cizre, Silopi ve İdil İlçeleri geniş düzlükler halindedir. İlin en önemli akarsuyu Kızılsu, Hezil ve Habur Çaylarının beslediği Dicle Nehridir (URL5). Aşağıdaki tabloda Şırnak iline ait başlıca akarsuları verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. İl sınırları içerisindeki akarsuların uzunlukları ve debileri
(Şırnak Valiliği, 2011)

Akarsu Adı	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçerisindeki Uzunluğu (km)	Toplam Uzunluğa Oranı	Debisi (m ³ /s)	İl Sınırları İçerisindeki Başlangıç ve Bitiş Noktaları	Kolu Olduğu Nehir
Dicle Nehri	530	77.5	14.6	537.3	Rezuk Deresi Civarı-Cizre İlçesinden Sonra Sınır	Dicle Nehri
Kızılsu	51.5	51.5	100	8.6	Mercimek Tepesi-Dicle Nehri	Dicle Nehri
Nerdüş Çayı (Çağlayan)	61	61	100	4.9	Yayla Tepe Civarı-Dicle Nehri	Dicle Nehri
Hezil Çayı	67.5+52.5	48.5	40	18.6	Başlangıç Üç Kol Şeklinde Kavaldağı, Uğurtepe, Kayapınar Mevkii-Bağdat Tepe Civarı	Dicle Nehri
Habur Çayı	70	70	100	-	Büyük Refik Düzü Tepesi-Kıtır Tepe Sınır	Hezil Suyu



Şekil 6. Şırnak yapım ve planlama aşamasındaki HES konumları

Literatürde hidroelektrik enerji potansiyeli hesaplanırken çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada brüt hidroelektrik enerjinin doğru bir şekilde belirlenmesi amacıyla, Alashan ve diğ. 2016 tarafından bir akarsu havzasındaki brüt hidrolik enerjinin akarsu ve kolları boyunca kesintisiz olarak hesaplanmasını sağlayan, pahalı ve sınırlı uygulama alanı gerektirmeyen yeni bir yöntem olan Enerji Ağacı (EA) kullanılmıştır. Bu yöntem, ardarda gelen iki istasyon ve bu istasyonlar arasındaki herhangi iki nokta arası için yatayda (debi-alan) ve düşeyde (debi-yükseklik) debi değişimini göz önünde bulundurmaktadır. Debinin yüksekliğe göre değişimini de dikkate aldığı için diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında daha hassas sonuçlar vermektedir. Üstelik havzanın enerji potansiyelini hem yatay hem de düşey doğrultularda görülmesini sağlamaktadır (Alashan ve ark. 2016). Şırnak ili hidroelektrik enerji potansiyeli Tablo 5'te adı geçen biri işletmede, yedisi inşa halinde ve altısı planlama aşamasında bulunan HES'lerin brüt hidroelektrik enerji potansiyelini belirlemek için Enerji Ağacı yöntemi kullanılmıştır. 14 tane HES için buldukları akarsu kolu debisi ve kotu göz önünde bulundurularak 587.38 MW'lık bir potansiyel hesaplanmıştır. Halihazırdaki projeler kapsamına alınan miktar ise 549.14 MW' tır. Bu durum Şırnak ili için planlanan projelerin potansiyelinin yüksek olduğu ve bu santrallerin yapıldıktan sonra bölgeye önemli bir katkısının olacağını göstermektedir.

Tablo 5. Şırnak İli Hesler (DSİ, 2010)

Şırnak Hidroelektrik Enerji Potansiyeli			
	Adet	Kurulu Güç(MW)	Yıllık Üretim Milyon KWh/yıl
İşletmede Olan	1	0.64	1.20
İnşa Halinde Olan	7	17.74	67.49
Planlama Aşaması	14	853.61	2744.55
Toplam Geliştirilen Potansiyel	22	872	2813
Toplam	44	1743.99	5626.24

Uludere HES işletmede olup 0.64 MW Kurulu gücü ile 1.2 Milyon GWh/yılı yıllık enerjisağlamaktadır. Şırnak ilinde Şırnak, Çetintepe, Silopi ve Musatepe barajlarının inşaatları tamamlanmıştır. Ayrıca Şırnak ve Silopi Barajlarında su tutma işlemi gerçekleştirilmiştir. Henüz inşa halinde olan HES'ler ve bunların kapasiteleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Şırnak İli İnşa Halinde Olan HES ler (DSİ, 2010)

Hes Adı	Kurulu Güç(MW)	Yıllık Enerji (Milyon GWh/yıl)
Çetintepe Barajı ve HES	0.9	2.61
Musatepe Barajı ve HES	2.00	6.81
Kavşaktepe Barajı ve HES	1.57	6.53
Ballı Barajı ve HES	2.37	6.50
Uludere Barajı ve HES	3.50	9.17
Şırnak Barajı ve HES	5.00	18.12
Silopi Barajı ve HES	2.40	17.77
TOPLAM	15.74	67.48

6. SWOT Analizi

Tablo 7. Şırnak ili Hidroelektrik Enerji Potansiyeli Güçlü ve Zayıf Yönler Analizi

<i>Fırsatlar</i>	<i>Tehditler</i>
<p>Küresel iklim değişikliği hüküm sürmesi ve fosil enerji kaynaklarının bu duruma neden olarak gösterilmesi (IPCC raporları)</p> <p>Türkiye'nin BM iklim değişikliği çerçeve sözleşmesi (BMİDÇS) ve Kyoto Protokolü (KP) gibi uluslararası sözleşmelerle sera gazı emisyonunun düşürülmesi yükümlülüğü</p> <p>Konu ile ilgili AB müktesebatının kabul edilmesi</p> <p>Ulusal mevzuatın yukarıdaki uluslararası sözleşme ve AB müktesebatına göre düzenleniyor olması ve bu mevzuatın küçük su kaynaklarının değerlendirilmesi olanak vermesi</p> <p>Mevzuatın özel sektörde bu fırsatı vermesi</p> <p>HES'ler ile küçük su kaynaklarının değerlendirilmesi olanağının özel sektöre verilmesi</p> <p>Enerji ihtiyacının artması</p> <p>Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının yaygınlaşmasıyla çevre kirliliği büyük oranda azaltılması</p> <p>Biriktirmeli HES'lerin içme, kullanma, sanayi ve sulama suyu ihtiyacının karşılanması ve taşkın koruma, balıkçılık, su ulaşımı, akarsu rejiminin düzenlenmesi gibi diğer hazne faydalarını da sağlıyor olması</p> <p>Şırnak ili ve çevresinde kurulması planlanan HES lerin yapımı ve işletilmesi aşamalarında yan sektörlerinin de gelişmesi ve istihdam olanağının artması</p>	<p>Güvenlik sorunu</p> <p>İklimde yaşanacak değişikliklerin yapılacak yatırımları işlevsiz bırakması ihtimali</p> <p>Özellikle biriktirmeli HES'lerin haznelerinin tarım, ormanlık ve mera alanlarını azaltması</p> <p>Bölgenin jeolojik yapısı nedeniyle deprem ve heyalan riski taşınması</p> <p>Göç, yeniden yerleşim, anlaşmazlıklar gibi sosyal sorunlar</p> <p>Bu tür su yapılarının tarihi ve kültürel varlıkların kısmen yok olmasına veya zarar görmesine neden olması</p>
<i>Güçlü Yönler</i>	<i>Zayıf Yönler</i>
<p>Şırnak ili ve çevresinin dağlık bir bölge olması ve topoğrafya gibi coğrafi özelliklerinin Küçük HES'lere oldukça uygun olması</p> <p>Dicle nehri ve kollarından oluşan su kaynaklarının ve bu akarsuların düzenli rejime kısmen sahip olması ve bölgenin bunun gibi hidrolojik özelliklerinin küçük HES'ler olanak vermesi</p> <p>İlgili bakanlık ve diğer kurumların HES'lerin yapımını teşvik etmesi,</p> <p>Hidrolik enerjinin ucuz, temiz ve yenilenebilir enerji sınıfından sayılması ve HES lerin en az kurulum maliyetine sahip olması</p> <p>Planlanan projeler tamamlandığında ülkemiz yıllık elektrik tüketiminin %2.38'ini Şırnak ili ve çevresindeki HES'ler tarafından karşılanabilecektir.</p> <p>Şırnak ili mevcut su kaynaklarından enerji üretilmesi için gerekli olan işgücü, insan kaynakları, finans ve/veya desteğinin olması</p>	<p>Bölgede yatırım imkânları ve girişimcilik anlayışının yeterince gelişmemesi</p> <p>Mevcut doğal yapının ve eko sistemin zarar görmesi ihtimali</p> <p>Küresel ve ulusal düzeyde çevreci grupların bu tür yatırımların aleyhinde propoganda yapması</p> <p>Enter konnekte şebekenin üretilen enerjinin yerinde tüketimine fırsat vermemesi ve bu nedenle iletim masrafları ve enerji kaybının yaşanması</p> <p>Su yapılarının inşası sırasında beton, kil ve benzeri yapı malzemelerinin inşa yerine ulaştırılmasındaki güçlükler</p>

SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Şırnak ilinin topoğrafyası dikkate alındığında dağlık yerleşim yerlerinde, biriktirmesiz HES'lerin devlet desteği ile kurulması ülkemizin enterkonnekte şebekesinden bağımsız olarak yöre halkının ihtiyacı olan elektrik enerjisi üretilebilir. Ayrıca, küçük HES'lerin genellikle düşük maliyette oldukları düşünülürse bu HES'lerin yapımına ağırlık vermek faydalı olacaktır. Bu HES'ler ayrıca çevreye zarar vermeyecek şekilde planlanmalıdır. Şırnak ili çevresindeki HES'ler tamamlandığı zaman şehrin elektrik ve sulama ihtiyacını karşılamanın yanında Türkiye'nin yıllık enerji tüketiminin karşılanmasına katkıda bulunacaktır. Şırnak ili ve çevresinde planlanan hesler tamamlandığında yıllık 6631.63 GWh olmaktadır. Bu ülke geneli hâlihazırdaki üretimin %2.38'dir. Su kaynaklarının optimum şekilde değerlendirebilmesi için projelerin zayıf ve güçlü taraflarının iyi analiz edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alashan, S., Şen, Z., & Toprak, Z. F. (2016). Hydroelectric energy potential of Turkey: a refined calculation method. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 41(4), 1511-1520.
- Akpınar A., 2007. Dünya, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Toplam Elektrik ve Hidrolik Enerji Üretim Projeksiyonu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 107s, Trabzon.
- Atabey, S., & Gürdoğan, A. Doğu Karadeniz Eko-Turizm ve HES Potansiyelinin, Çevreye ve Yerel Halka Etkilerinin SWOT Analizi ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası Sosyal ve Ekonomik Bilimler Dergisi*, (2), 56-63.
- Başeşme H., 2003. Hidroelektrik Santraller ve Hidroelektrik Santral Tesisleri, II. Baskı, Hidrolik Santraller Daire Başkanlığı Yayınları, Ankara.
- DEKTMK (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi), Hidrolik Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu (2007) Hidrolik Enerji Alt Çalışma Grubu Raporu. Ankara.
- DSİ, 2010, 10. Bölge Müdürlüğü HES sunumları.
- Eris E and Toprak ZF (2011), Biriktirmesiz Hidroelektrik Santralleri ve Dünyada ve Türkiye'deki Mevcut Durumları, 2. Bildiri Kitabı, pp. 89 – 96, Su Yapıları Sempozyumu, September 16 – 18, 2011, Diyarbakir – Turkey.
- International EnergyAgency (IEA), 2008. *Key World EnergyStatistics*, Paris, Fransa.
- Kaygusuz K (1999), Hydropower potential in Turkey, *Energy Sources* 21 (7): 581-588 AUG-SEP 1999.
- Kaygusuz K (2002), Sustainable development of hydroelectric power, *Energy Sources* 24 (9): 803-815 SEP 2002.
- Koç, E. ve Şenel, M.C. (2013). Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Durumu Genel Değerlendirme, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Ozturk HK(2004) Present status and future prospects of hydroelectric energy in Turkey, *Energy Sources* 26 (9): 829-840 JUL 16 2004.
- Özdemir M.T., Orhan A., Cebeci M., 2011. Çok Küçük Hidrolik Potansiyellerin Enerji Üretim Amacı ile Yerel İmkanlarla Değerlendirilmesi, Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, 5-7 Ekim, Elazığ.

Resmi Gazete, 02 EKİM 2013, Sayı 28783, Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik, İkinci Bölüm.

Şırnak Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Şırnak İli Çevre Durum Raporu Şırnak-2016.

Şırnak Valiliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Şırnak İli Çevre Durumraporu Şırnak-2011.

Toprak Z.F, 2011 Niçin Biriktirmesiz HES? Su Yapıları Çalıştayı, İnşaat Mühendisleri Odası . Antalya Şubesi, 23 Nisan 2011, Sealife Hotel-Antalya.

URL1: <https://sites.google.com/site/elektrik1uretmek1basittir/home/2---alternatif-akim-kaynaklari> 04.04.2018.

URL2: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx.

URL3: <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik> 03.04.2018.

URL4: <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/hidroelektrik> 12.04.2018.

URL5:<http://www.sirnak.gov.tr/tarih-ve-cografya>.

Yavuzdemir M., 2012. Hidrolik Santrallerin Sınıflandırılması ve Hidrolik Türbin Çeşitleri, Enerji Piyasası Bülteni, 24: 59-63.

GAP YEŞİL ENERJİ BÖLGESİ

Mehmet Azmi Aktacir¹

ÖZ

Günümüzde, Güneş enerjisi ve Rüzgâr enerjisi olmak üzere yenilenebilir Enerji kaynaklarının kullanımı giderek artmaktadır. Bu çalışmada, Dünyada, Türkiye’de ve GAP Bölgesinde Yenilenebilir enerji (YE) kaynaklarının potansiyeli incelenerek mevcut yenilenebilir enerji potansiyellerinin değerlendirilmesi açısından bir projeksiyon oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde Dünyada birincil enerji kaynak kullanımı ve YE kaynaklarının kullanımları verilmiştir. İkinci bölümde Türkiye’nin birincil enerji kaynak kullanımı ve Elektrik enerjisi üretiminde YE değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışmanın son bölümde ise GAP bölgesi ve Şırnak ilinin YE potansiyeli detaylı olarak incelenmiştir. GAP bölgesi YE potansiyeli açısından oldukça zengin bir bölgededir. Şırnak ili yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: GAP Bölgesi, Yenilenebilir Enerji, Şırnak.

Gap Green Energy Region

ABSTRACT

Nowadays, the use of renewable energy (RE) resources such as solar energy and wind energy is increasing. In this study, the potential of renewable energy sources in the GAP region, Turkey and World has been examined. It is aimed to create a projection for the evaluation of available renewable energy potentials. In the first part of the study, the use of primary energy resources and RE resource in the world were given. In the second part, Turkey’s primary energy sources and use of RE in electric energy production are evaluated. In the last part of the study, the RE potential of the GAP region and Şırnak province were examined in detail. The GAP region is a very rich region in terms of the potential of the Renewable Energy. Şırnak province has a high solar energy potential.

Keywords: GAP Region, Renewable Energy, Şırnak.

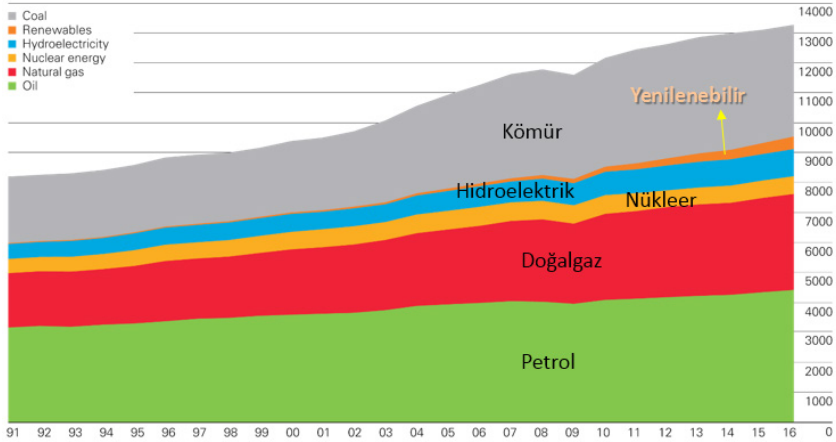
1 Harran Üniversitesi GAPYENEV Merkezi, aktacir@harran.edu.tr

1. DÜNYADA ENERJİ KULLANIMI

1.1. Kaynaklara Göre

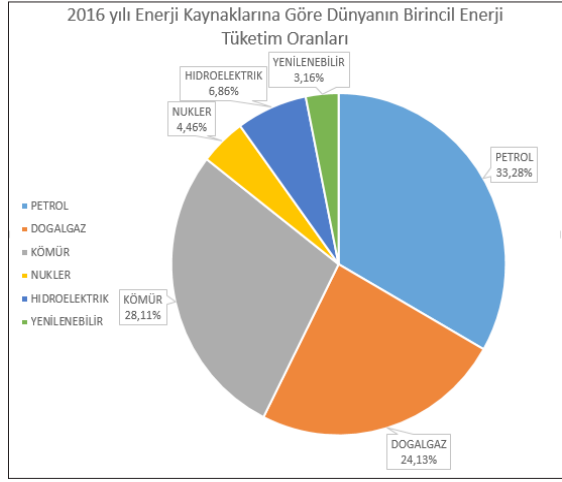
Dünya Birincil Enerji Tüketimi, REN 21 tarafından yayınlanan *Renewables 2017 Global Status Report'una* göre da 2016 yılında %1 artış ile 13276.3 MTEP'e ulaşmıştır. Dünyada kullanılan birincil enerji kaynakları; Kömür, petrol ve doğalgaz kaynakları olarak bilinen fosil kaynaklar ve fosil kaynaklara alternatif olan yenilenebilir enerji ve nükleer enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını güneş, rüzgâr, jeotermal, biokütle ve hidrolik kaynaklardan oluşturmaktadır.

Dünyanın uzun süreli enerji kaynakları kullanım değerlerine bakıldığında fosil kaynaklara dayalı bir tüketim olduğu görülmektedir. Şekil 1'de Dünyanın birincil enerji tüketimi dağılımları 1991 yılı ile 2016 yılları arasındaki dağılım gösterilmiştir. 1991-2006 yılları arasındaki süreçte genel olarak, toplam tüketim içinde en fazla kullanılan kaynaklar petrol, kömür ve doğalgaz olmakla beraber son yıllarda kullanım yüzdeleri artmaktadır. Nükleer enerji kaynak kullanımı, bu periyotta yaklaşık %5 oranında sabit kalmıştır. Hidroelektrik kaynak kullanımı artış eğilimindedir. Aynı periyotta YE kaynak kullanımı oldukça düşük olmakla beraber 2010 yılı itibari ile artış sürecine girdiği görülmektedir.



Şekil 1. Dünyanın Birincil Enerji Tüketimi (MTEP) (REN21)

Şekil 2'de enerji kaynaklarına göre 2016 yılında gerçekleşen, dünyanın birincil enerji tüketim değerleri yüzde olarak verilmiştir. 2016 yılı verilerine göre, toplam tüketim içinde en fazla %33.28 oranında Petrol kullanılmıştır, bunu sırasıyla %28.11 oranında Kömür ve %24.13 oranında Doğalgaz kullanımı takip etmektedir. Toplam tüketim içinde fosil kaynaklarının kullanımı oranını (Kömür + Doğalgaz + Petrol) %85.52'tir. Toplam tüketim içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının (Hidroelektrik dahil) kullanım oranı %10.02 ve Nükleer enerjinin toplam kullanım oranı ise %4.46'tir.

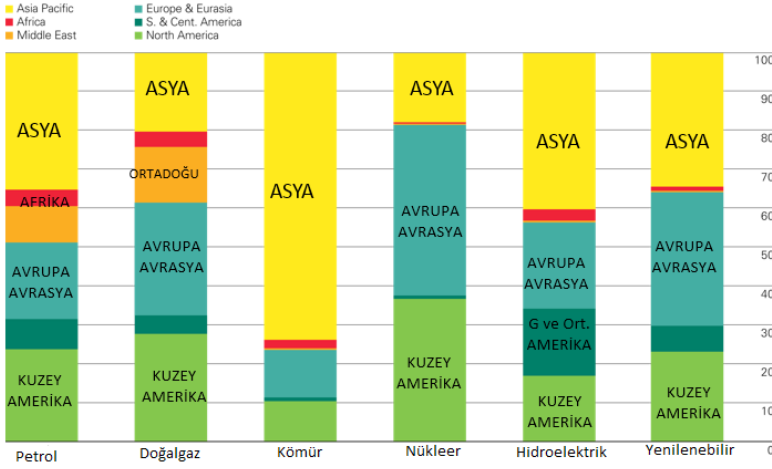


Şekil 2. 2016 yılı Dünyanın birincil enerji tüketimi (REN21)

1.2. Bölgesel olarak Enerji Kullanımı

Şekil 3'te 2016 yılında bölgesel olarak dünyada enerji kaynak kullanımının değerleri verilmiştir. Buna göre;

- Petrol kaynakları, en fazla Asya'da bunu sırasıyla Amerika kıtası Avrupa (Avrasya dahil) ve Ortadoğu takip etmektedir.
- Petrolün en az kullanıldığı bölge Afrika kıtasıdır.
- Doğalgaz kaynakları, en fazla Amerika ve Avrupa (Avrasya dahil) kıtalarında kullanılmaktadır.
- Nükleer enerji kaynağı ağırlıklı olarak Avrupa (Avrasya dahil), Kuzey Amerika ve Asya kıtalarında kullanılmaktadır.
- Hidroelektrik kaynaklar en fazla Amerika, Avrupa ve Asya kıtalarında kullanılmaktadır.
- YE kaynakları en fazla Avrupa, Amerika ve Asya kıtalarında kullanılmaktadır.
- Kömür kaynaklarının en fazla Asya kıtasında kullanılmaktadır.



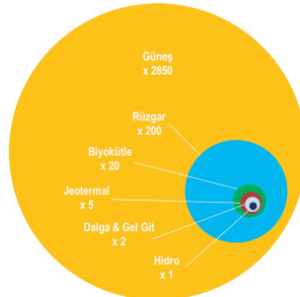
Şekil 3. 2016 yılı Dünyanın bölgesel olarak enerji kaynak kullanımı (REN21)

1.3. Yenilenebilir Enerji

1.3.1. Tanımı, Potansiyeli ve Kullanım Alanları

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanıldıkça tükenmeyen ve tekrar yerine gelen (yenilenebilen) kaynaklardır. Yenilenebilir enerji kaynakları, güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle ve hidrolik olarak sınıflandırılabilir. Tüm enerji kaynaklarının oluşmasını sağlayan en önemli kaynak güneş enerjisidir. Yeryüzüne bir günde ulaşan güneş ışınımının şiddeti ortalama 1000 W/m^2 olup dünyanın bugünkü enerji ihtiyacının 2850 katı kadar bir potansiyele karşılık gelmektedir. Güneş enerjisi potansiyelini 200 katı ile Rüzgar enerjisi ve 20 kat ile Biyokütle enerjisi takip etmektedir (Yeşilata, 2010).

Biyokütle, bitkisel ve hayvansal organik atıklar olarak ifade edilebilir, biyokütleden çeşitli prosesler için ısı enerjisi, biodizel, biyoetanol gibi çeşitli yakıtlar ve birde elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Güneş ve Jeotermal enerji kaynakları çoğunlukla ısı ve elektrik enerjisi eldesinde kullanılır. Hidroelektrik ve Rüzgar enerji kaynakları, HES ve RES santrallerinde elektrik enerjisi elde edilmektedir.



Şekil 4. Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyel projeksiyonları

1.3.2. Dünyada YE Kullanımı

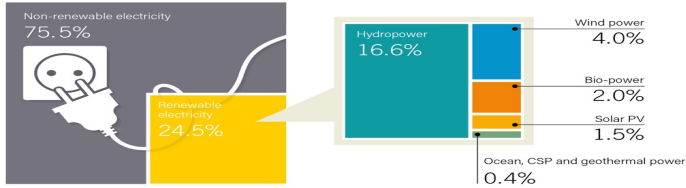
2016 yılında YE sektörüne yapılan toplam yatırım tutarı 242 Milyar Dolar olarak gerçekleşmiştir (REN21). Tüm yatırımların içinde 113.7 Milyar Dolar ile Güneş enerji sektörü lider durumdadır. Rüzgar enerji yatırımları 112.5 Milyar Dolar ile GE'den sonra gelmiştir. Ülke olarak en fazla yatırımı Çin yapmıştır.

2016 yılı verilerine göre dünyanın Yenilenebilir enerji kaynakları toplam güç kapasitesi 2017 GW'tır. Dünyadaki Hidrolik Santrallerin (HES) toplam kapasitesi 1096 GW ve diğer Yenilenebilir Enerji Santrallerinin (GES+RES+JES+BİYOKÜTLE) toplam kapasitesi ise 921 GW'tır. Yenilenebilir Enerji santral kapasitesine, 2016 yılında bir önceki yıla göre %9 artış ile 161 GW kapasite ilave edilmiştir.

2016 yılı sonunda tahmini olarak Global elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre global elektrik üretiminin %24.5'i YE kaynakları ile sağlandığı tahmin edilmektedir. Bunun %16.6'ı Hidrolik güç, %2'i Bio-güç, %1.5'i Fotovoltaik güç (PV-GES) ve %0.4'ü diğer santrallerden (CSP, JES vs) sağlanmaktadır.

Figure: 04

Estimated Renewable Energy Share of Global Electricity Production, End-2016



REN21 Renewables 2017 Global Status Report



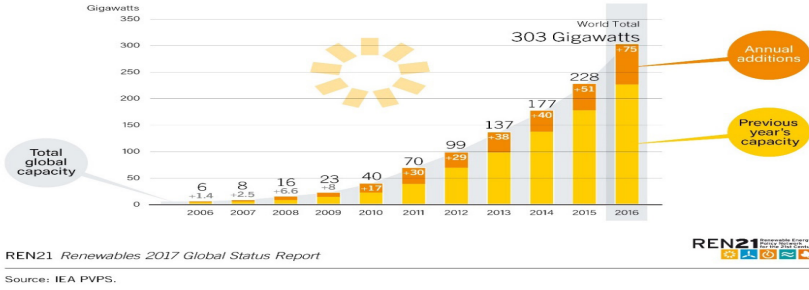
Şekil 5. 2016 yılı Global elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı (REN21)

1.3.3. Güneş Enerjisi: Fotovoltaik Güç Santrali

2006-2016 döneminde dünyadaki toplam PV kapasitesi ve yıllık ilave kapasite değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. 2016 yılına göre PV kurulu güç kapasitesi 303 GW'tır. 2016 yılında 75 GW'lık PV kapasite ilave edilmiştir. Bu kapasite miktarı, 2006 yılına kadar kurulu tüm PV güç santrallerin toplam kapasitesinden 12 kat daha fazladır. Son yıllarda enerji santralleri yatırımlarında PV güç santrallerinin ağırlığı giderek artmaktadır.

Figure: 15

Solar PV Global Capacity and Annual Additions, 2006-2016



Şekil 6. Dünyadaki toplam PV kapasitesi ve yıllık ilave kapasite değerleri (REN21)

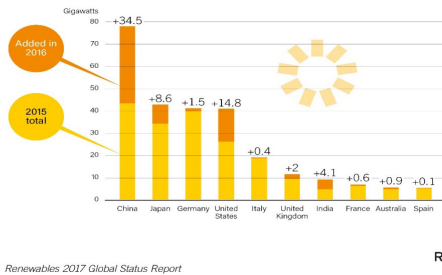
Dünyada 24 ülkenin en az 1GW PV santrali kurulu kapasitesi bulunmaktadır. 2016 yılı sonunda, Dünyada 17 ülke elektrik enerji ihtiyacının en az %2'ni PV santrallerinden ile karşılamaktadır. 2016 yılı sonunda, PV santrallerinden Toplam yıllık 375 TWh elektrik üretilmiştir. Elektrik enerjisi ihtiyacını yüzde olarak en fazla PV-GES ile karşılayan ülkeler;

- Honduras %9.8
- İtalya %7.3
- Yunanistan %7.2
- Almanya %6.4'dir.

Şekil 7'de En fazla PV kapasiteye sahip 10 ülkenin PV kapasiteleri gösterilmiştir. 2016 yılı verilerine göre en fazla PV kapasiteye sahip 10 ülke sırasıyla Çin, Japonya, Almanya, ABD, İtalya, İngiltere, Hindistan, Fransa, Avustralya ve İspanyadır. Çin toplam PV kapasitesi %80 artırarak (34.5 GW) 2016 yılında 78 GW kapasiteye ulaşmıştır. 2016 yılında PV kapasitelerine, ABD 14.8 GW, Japonya 8.6 GW, Hindistan 4.1 GW ilave etmişlerdir.

Figure: 17

Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2016



Şekil 7. En fazla PV kapasiteye sahip ülkeler (REN21)

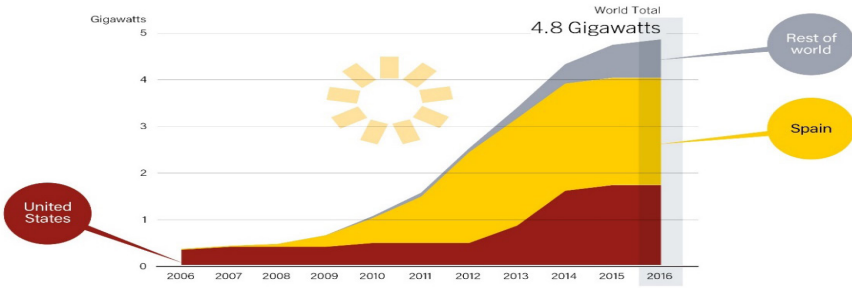
1.3.4. Güneş Enerjisi: Isıl/Güç Santrali

Güneş enerjisi PV santralleri dışında, Yoğunlaştırıcı tip güneş kolektörlerinin ile yüksek sıcaklıkta elde edilen akışkanın türbin-jeneratör sisteminde elektrik enerjisine dönüşümünü sağlayan Güneş Isıl güç (CSP) santrallerinde de kullanılmaktadır.

Şekil 8'de güneş ısı güç santralleri toplam kapasiteleri verilmiştir. 2016 yılı dünyada kurulu bulunan Güneş ısı/güç santrallerinin toplam kapasitesi 4.8 GW'e ulaşmıştır. 2016 yılında ilave edilen kapasite 0.4 GW'tir. Bu santrallerde yoğunlaştırıcı tip güneş kolektörleri kullanılmaktadır. ABD ve İspanya dünyada kurulu olan kapasitenin %80'ine sahiptir. Geri kalan geri kapasite diğer ülkelerde bulunmaktadır. Gelişmekte olan ülkeler ile Ortadoğu-Kuzey Afrika coğrafyalarında kurulumlar giderek artmaktadır.

Figure: 20

Concentrating Solar Thermal Power Global Capacity, by Country and Region, 2006-2016



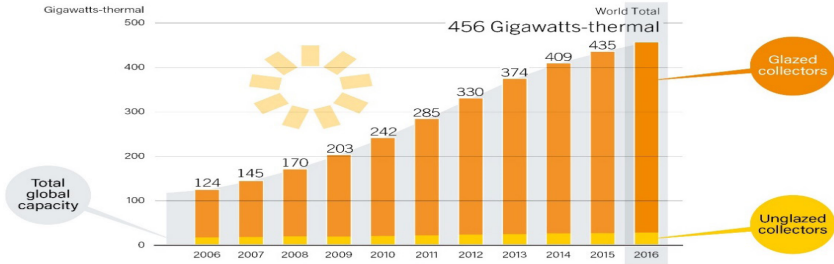
REN21 Renewables 2017 Global Status Report

Şekil 8. Yoğunlaştırıcı güneş kolektörlerinin kullanıldığı güneş santrallerinin kapasiteleri (REN21)

1.3.5. Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemleri

Güneş enerjisinin en fazla kullanıldığı alan sıcak su üretimidir. Bu sistemde çoğunlukla tercih edilen düzlemsel güneş kolektörlerin ileri teknoloji gerektirmemesi ve kolayca uygulanabilmesi yaygınlaşmasının en önemli sebeplerindendir. Üretilen sıcak su, mahal ve bölgesel ısıtma sistemlerinde, proses ısısı olarak zirai ve endüstriyel amaçlar için kullanılmaktadır. Şekil 9'da Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin toplam kapasiteleri gösterilmiştir. Dünyada toplam kurulu güç 2016 yılında 456 GW'a ulaşmıştır. Çin dünyada toplam kurulu olan güneş enerjili su ısıtma kolektörlerinin 71%'ine sahiptir. ABD %4 ile Çin'den sonra en fazla kullanan ikinci ülkedir. Türkiye ise Almanya ile birlikte %3 ile ilk dört içerisinde bulunmaktadır.

Figure: 22

Solar Water Heating Collectors Global Capacity, 2006-2016

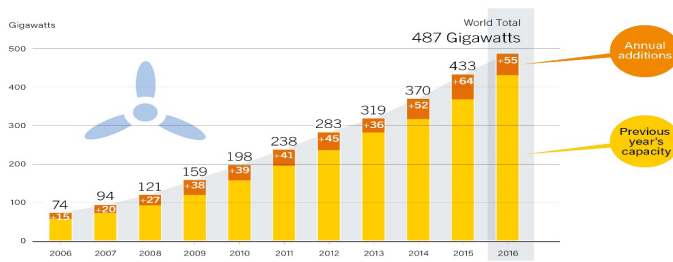
REN21 Renewables 2017 Global Status Report

Source: IEA SHC.

**Şekil 9. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin toplam kapasiteleri (REN 21)****1.3.6. Rüzgâr Enerjisi**

2016 yılında 55 GW'lık rüzgâr gücü kapasitesi eklenerek toplam kapasite 487 GW olmuştur. Şekil 10'da Rüzgâr güç santrali kapasiteleri ve 2016 yılında kapasite artış miktarları gösterilmiştir. Çin 23.4 GW kapasite ilave ederek bu alanda lider ülkedir. Kapasitesini en fazla artıran diğer ülkeler; Amerika, Almanya, Hindistan ve Fransa olmuştur.

Figure: 26

Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2006-2016

REN21 Renewables 2017 Global Status Report

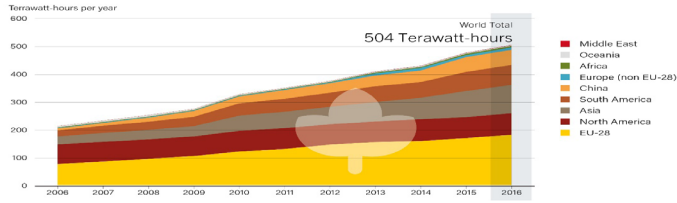
**Şekil 10. Rüzgâr güç santrali kapasiteleri (REN21)**

1.3.7. Biyokütle

Şekil 11’de 2006-2016 yılları arasında toplam biyokütleden elektrik üretim değerleri verilmiştir. 2016 yılı toplam Biyo-Güç kapasitesi %6 büyüyerek 112 GW’e ulaşmıştır. 2016 yılı toplam elektrik enerjisi üretimi 504 TWh’tir. 2016 yılında biyokütleden elektrik üretimi için önde gelen ülke Amerika Birleşik Devletleri (68 TWh), ardından Çin (54 TWh), Almanya (52 TWh), Brezilya (51 TWh), Japonya (38 TWh), Hindistan ve İngiltere olmuştur.

Figure: 08

Global Bio-Power Generation, by Region, 2006-2016



REN21 Renewables 2017 Global Status Report



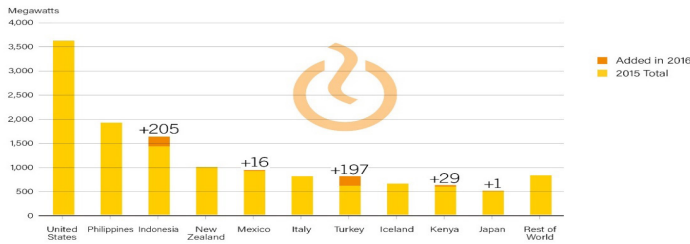
Şekil 11. Biyokütleden elektrik üretim değerleri (REN21)

1.3.8. Jeotermal Enerji

2016 yılı toplam jeotermal güç kapasitesine 0.4 GW ilave edilerek toplam kapasite 13.5 GW olmuştur. Şekil 12’de Ülkelerin Jeotermal güç santrali kurulu güç kapasiteleri ve 2016 yılında ilave edilen kapasiteler gösterilmiştir. Türkiye’nin 2016 yılında jeotermal güç santrallerine eklediği 0.197 GW olup dünyada 2016 yılında eklenen kapasitenin yarısına yakındır. 2017 yılında büyüme devam etmiş toplam kapasite 1GW üzerine çıkmıştır. Toplam kurulu güçte lider ülkeler: Amerika, Filipinler, Endonezya, Meksika, Yeni Zelanda’dır.

Figure: 12

Geothermal Power Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2016



REN21 Renewables 2017 Global Status Report



Şekil 12. Ülkelerin Jeotermal güç santrali kurulu güç kapasiteleri (REN21)

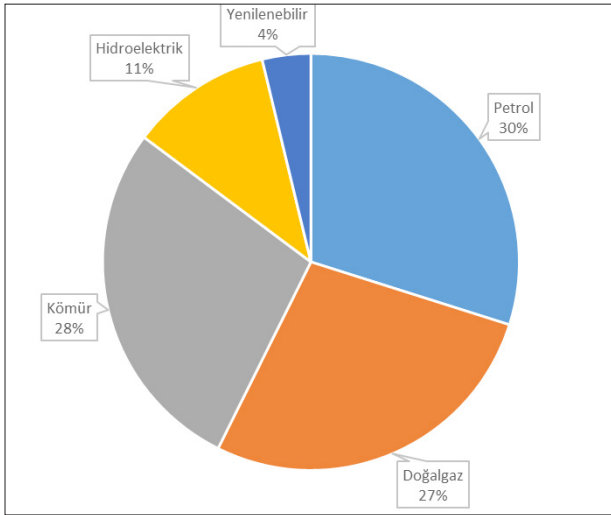
1.3.9. Hidroelektrik

2016 yılı dünyanın hidroelektrik toplam kapasitesi 1096 GW'a ulaşmıştır. 2016 yılında 25 GW kapasite ilave edilmiştir (REN 21). 2016 yılında en fazla kurulumu sahip ülkeler: Çin 8.9 GW ile lider ülkedir. Diğer ülkeler: Brezilya 5.3 GW Ekvator 2 GW Vietnam 1.1 GW ve Türkiye 0.8 GW ilave kurulum gerçekleştirmişlerdir.

2. TÜRKİYE'DE ENERJİ KULLANIMI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

2.1. Türkiye'nin Birincil Enerji Kullanımı

2016 yılı verilerine göre Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi %5 artış ile 137,9 MTEP ulaşmıştır. Bu tüketim değeri, Dünya Birincil Enerji tüketiminin %1'e karşılık gelmektedir. Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketimi değerlerine bakıldığında fosil kaynak kullanımı (Kömür+Doğalgaz+Petrol) %85'tir. Geri kalan %15'lik kısım Hidroelektrik dahil olmak üzere Yenilenebilir enerji kaynaklardan karşılanmaktadır. Şekil 13'te Türkiye'nin birincil enerji tüketim oranlarının yüzde olarak kaynak bazlı dağılımı verilmiştir.



Şekil 13. Türkiye'nin Birincil Enerji Tüketim Oranları (REN 21)

2.2. Türkiye'nin Elektrik Enerji Güç Kapasitesi

Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesi Şubat 2018 TEİAŞ verilerine göre 86 GW olmuştur. Bu kapasitenin %54 Fosil Yakıtlı (Doğalgaz+Kömür) Termik Santrallerden %46 ise YE Kaynaklarından (HES+GES+RES+JES+Biyokütle) oluşmaktadır. Kaynaklara göre dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 2018-Şubat Türkiye elektrik enerjisi kaynaklara göre kapasite dağılımı (TEİAŞ)

KAYNAK	KAPASİTE (MW)	KATKISI (%)
Doğalgaz	27062	31.43
Barajlar	27456	31.88
Jeotermal	1064	1.24
Kömür	19373	22.50
Rüzgâr	6571	7.63
Güneş	3942	4.58
Biyokütle	647	0.75
TOPLAM	86115	100.00

2.3. Türkiye'nin Elektrik Enerji Üretim Değerleri

2016 yılına göre Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı tablo 2'de verilmiştir. Yıllık elektrik enerjisi üretim miktarı 274.400 GWh olarak gerçekleşmiş olup üretimin yaklaşık %32.5 Doğalgazdan %24.5'i Hidrolikten ve %34'ü termik santrallerden geri kalan yaklaşık %9'ü YE kaynaklarından üretilmiştir. Buna göre fosil yakıtlı toplam üretim %67 ve yenilenebilir enerji kaynaklı üretim %33 olmuştur. Üretilen elektrik enerjinin %50'si yerli enerji kaynak ile karşılanmıştır.

Tablo 2. 2016 yılına göre Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı (TEİAŞ)

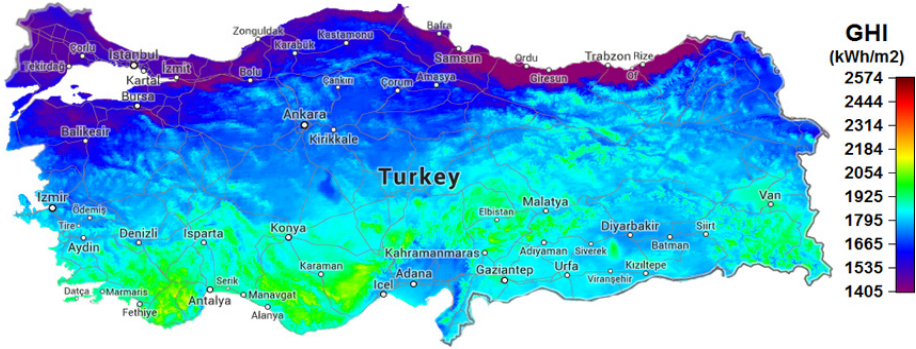
KAYNAK	ÜRETİM (GWh)	KATKISI (%)
İthal Kömür	47717.9	17.39
Taşkömürü + Asfaltit	5985.3	2.18
Linyit	38569.9	14.06
Doğal Gaz	89227.1	32.52
Sıvı Yakıtlar	1926.3	0.70
Barajlı	48962.1	17.84
D.Göl ve Akarsu	18268.8	6.66
Rüzgâr	15517.1	5.65
Yenilenebilir Atık+ Atık Isı	2371.6	0.86
Jeotermal	4818.5	1.76
Güneş	1043.1	0.38
TOPLAM	274407.7	100.00

3. GAP BÖLGESİ VE ŞIRNAK İLİNDE ENERJİ KULLANIMI

3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

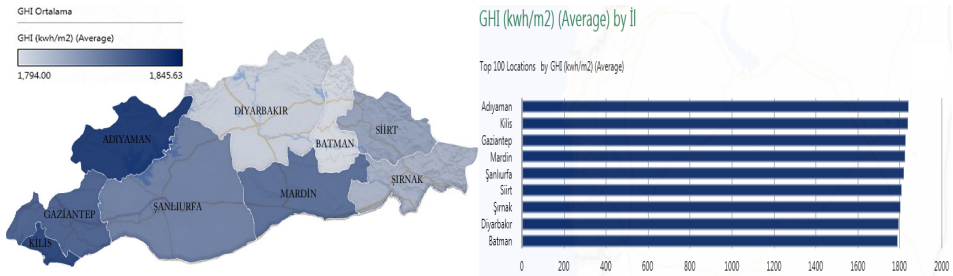
3.1.1. Güneş enerjisi

Türkiye'nin yatay düzleme gelen yıllık ışıma değerini gösteren güneş enerji haritası Şekil 14'te verilmiştir (Yaka ve Ark., 2014). Haritadan görüleceği gibi, Karadeniz bölgesinin yıllık potansiyeli yaklaşık 1400 kWh/m²'dir. En yüksek potansiyel GAP bölgesinin de içinde bulunduğu güney ve güney doğu bölgelerinde olmakta yıllık potansiyel 2000 kWh/m²'dir.



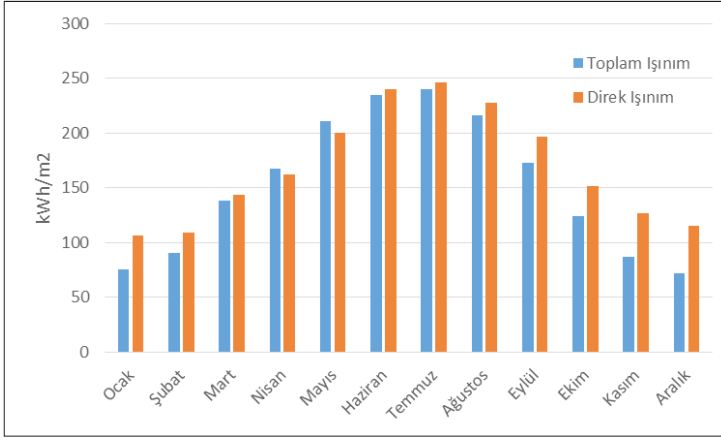
Şekil 14. Türkiye'nin güneş enerjisi haritası (Yaka ve Ark., 2014)

Şekil 15'de GAP bölgesi illerinin güneş enerji potansiyel değerleri gösterilmiştir. Buna göre GAP bölgesinin toplam ışıma değeri yaklaşık olarak 1800 kWh/m²yıl'dır. Şırnak ilinin ışıma potansiyeli bölge ortalamasına yakın bir değerdedir (Yaka ve Ark., 2014).



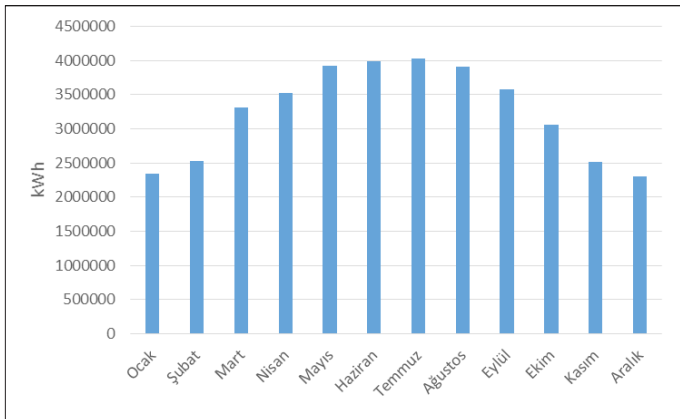
Şekil 15. GAP Bölgesi Toplam Işınım potansiyeli (Yaka ve Ark., 2014)

Solar-Med-Atlas'tan elde edilen verilere göre Şırnak ilinin güneş enerji toplam ve direk ışıma değerlerinin aylık ortalama değerleri Şekil 16'da gösterilmiştir. Aylık olarak en yüksek potansiyel temmuz ayında en düşük potansiyel Ocak ve Aralık aylarında görülmektedir. Buna göre Şırnak ilinin toplam ışıma değeri 1831 kWh/m²yıl ve direk ışıma değeri ise 2027 kWh/m²yıl'dır.



Şekil 16. Şırnak ilinin Güneş enerji potansiyeli

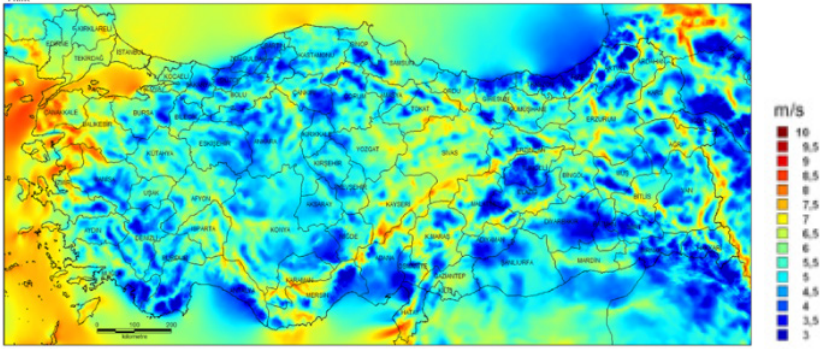
TEİAŞ verilerine göre Şırnak ilinin çağrı mektubu verilen Lisansız GES kapasitesi 23.21 (MW)'dir. Şekil 17'de 23.21 MW GES santralının kurulması durumunda elektrik enerjisi üretim değerleri gösterilmiştir. Burada yapılan simülasyon çalışmasında Solar-Med-Atlas kullanılmıştır. Simülasyonda PV paneller açık alanda ve güneye 25° açı ile yönlendirildiği kabul edilmiştir. Simülasyon sonucunda Mayıs ayından Eylül ayına kadar ayda 4GWh enerji üretileceği görülmektedir. Yıllık olarak toplamda 39 GWh elektrik üretilmesi mümkün olmaktadır. Bu kapasitenin tam olarak kullanılması durumunda gerekli yatırım bedeli yaklaşık olarak 100 milyon TL ve bu yatırımın ülkemizde GES santralleri için uygulanan alım fiyatı ile yıllık getirisi yaklaşık olarak 20 milyon TL olacaktır.



Şekil 17. GES ile aylık elektrik enerji üretimi

3.1.2. Rüzgâr enerjisi

Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Bölgesel olarak bakıldığında en yüksek potansiyel Marmara bölgesindedir. GAP bölgesi ise potansiyel açısından Marmara bölgesinden sonra gelmektedir (Yeşilata, 2010). Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı rüzgâr enerjisi potansiyel atlası şekil 18'de verilmiştir. GAP bölgesinde; Adıyaman 1196.88 MW, Diyarbakır 635 MW ve Gaziantep 266.88 MW'lık kurulabilecek rüzgâr enerjisi santrali güç kapasitesi bulunmaktadır.



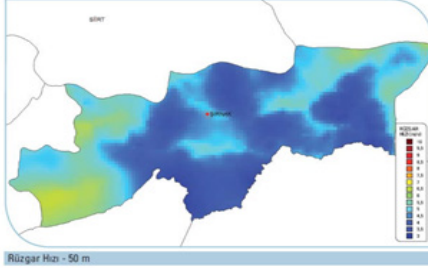
Şekil 18. Türkiye Rüzgâr enerjisi potansiyel atlası (YEGM)

Tablo 3. Bölgelere göre ortalama rüzgâr hızları ve diğer özellikleri (Yeşilata, 2010)

Bölge	Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	Ort. Rüzgâr İndeksi (W/m ²)	Rüzgâr Güç İndeksi
Marmara	3.3	51.91	100
GAP	2.7	29.33	57
Ege	2.6	23.47	45

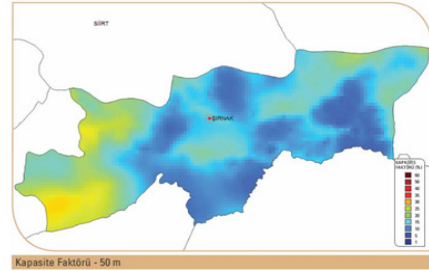
Şırnak ili için Yenilenebilir Enerji Genel müdürlüğünün yaptığı çalışmalarda elde edilen Rüzgar enerjisi potansiyel haritaları Şekil 19'da verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, 50m yükseklikteki ortalama rüzgâr hızları yaklaşık olarak 4m/s'dir. Bu verilere göre, ekonomik RES yatırımları için gerekli olan minimum 7m/s rüzgâr hızına ulaşamadığı ve RES kapasite faktörü %10 civarında kaldığından bu bölgedeki RES yatırımları ekonomik görülmemektedir. Sonuç olarak, Şırnak ilinin rüzgar santrali için yeterli potansiyel olmadığı söylenebilir.

RÜZGAR HIZ DAĞILIMI – 50 metre



Ekonomik RES yatırımı için 7 m/s veya üzerinde rüzgar hızı gerekmektedir.

KAPASİTE FAKTÖRÜ DAĞILIMI – 50 metre



Ekonomik RES yatırımı için %35 veya üzerinde kapasite faktörü gerekmektedir.

Şekil 19. Şırnak ili için rüzgar enerjisi potansiyel haritaları (YEGM)

3.1.3. Diğer YE Kaynakları

GAP bölgesi, hidrolik ve biokütle potansiyeli açısından Türkiye'nin en yüksek potansiyellerine sahiptir. GAP bölgesi Jeotermal kaynak açısından ise, düşük sıcaklıklı kullanılabilir rezervleri olmakla birlikte Türkiye'nin 3. büyüklükteki potansiyele sahip bölgesidir (Yeşilata 2010).

DİKA'nın Raporuna göre Şırnak yakınlarında, Dicle Nehri'ni kesen kuzey-batı, güney-doğu yönlü fay hattı bulunmaktadır. Bu fayın kuzey çöküntüsünde iki adet sıcak su kaynağı vardır. Bu kaynaklardan biri Dicle'nin doğusunda **Şırnak-Hısta kaplıcası**, diğeri ise nehrin karşı kıyısında yer alan Mardin-Germiab kaplıcası olarak kullanılmaktadır. **Şırnak-Hısta kaplıcası** Güçlükonak İlçesi Düğünürdu köyü yakınında, Dicle Irmağı kıyısındadır. Sıcaklığı 67°C'dir. Kaplıca suyu kalsiyum ve sülfür ihtiva etmektedir. Debisi 7 lt/sn, PH:7.15 olarak belirlenmiştir. Mevcut debinin arttırılabileceğini gösteren hidrojeolojik şartlar mevcuttur.

4. SONUÇ

Şırnak ilinin yenilenebilir Enerji kaynaklarının kullanım potansiyeli arasında dikkate değer en önemli potansiyel **Güneş Enerjisi** olarak görülmektedir. Fotovoltaik ve ısıl güneş enerjisi uygulamaları açısından değerlendirilmesi gereken bir potansiyeldir. Ancak bölgede güneş enerji uygulamalarının yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Girişimcilerin bu alanda yatırım yapmasını kolaylaştıracak mekanizmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

TEİAŞ verilerine göre Şırnak iline ait çağrı mektubu alınmış lisansız güneş enerji santrali için belirlenmiş kapasitesi 23.21MW'tir. Bu kapasitenin tam olarak kullanılması durumunda yılda 39 GWh elektrik enerjisi üretmek mümkün olacaktır.

Şırnak ili jeotermal açıdan sınırlı bir kaynağa sahiptir. Bu bölgede rezerv araştırması yapılarak yeni sahaların bulunması mümkün olabilir.

Şırnak ilinde yetersiz diyerek kullanılmayan yenilebilir enerji kaynaklarının (Biyokütle, Rüzgâr), GE+Biokütle, GE+Jeotermal Enerji, Rüzgar+GE gibi ikili (hibrid) uygulamalara yönelik çözümler geliştirilerek kullanım miktarları artırılabilir. Bunun içinde özellikle Üniversite, Mahalli idareler, DİKA ve Ticaret odası gibi yerel dinamiklerin öncülüğünde yürütülecek proje ve çalışmaların sayısı artırılmalıdır.

Kaynaklar

- REN21 (2018), *Renewables 2017 Global Status Report*, 10 Mart 2018 tarihinde <http://www.ren21.net/future-of-renewables/global-futures-report/> adresinden erişilmiştir.
- Yeşilata, B. (2010). *TRC2 (Diyarbakır-Şanlıurfa) Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu*. Karacadağ Kalkınma Ajansı.
- TEİAŞ (2018), 10 Mart 2018 tarihinde <https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-2016-yili-istatistikleri> adresinden erişilmiştir.
- TEİAŞ (2018), 10 Mart 2018 tarihinde https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-04/Lisanssiz_Kapasite_Tahsis_Tablosu_Subat-2018.pdf adresinden erişilmiştir.
- YEGM (2018), 10 Mart 2018 tarihinde <http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/SIRNAK-REPA.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Yaka E., İlkan M.A., Abamor S., Barutçuoğlu Ö., Yeşilata B., (2014), Rectified Solar Energy Potential Atlas of Southeastern Anatolia Region, Proceedings of Solar Conference and Exhibition, page 371-375, 19-21 Kasım 2014, İzmir.
- DİKA (2010). *TRC3 bölgesi (Mardin, Batman, Siirt, Şırnak) Yeraltı ve Yerüstü Zenginlikleri Raporu*. Dicle Kalkınma Ajansı.

BİYOKÜTLE ENERJİSİ: ŞIRNAK İLİNİN BİYOKÜTLE ENERJİ POTANSİYELİ

İhsan Ekin¹

Ali Döner²

Ali İhsan Keskin³

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, biyoyakıtlar hakkında bilgi verip, Şırnak ilinin biyokütle potansiyeli ile ilgili bilgi sunmaktır. Biyokütle, canlı organizmaların sahip olduğu toplam organik kütlelerine verilen addır. Biyodizel, biyoalkoller (biyoetanol, biyometanol, biyobütanol) ve biyogaz biyokütleden elde edilen en önemli biyoyakıt türleri olarak bilinirler. Biyodizel, bitkisel ve hayvansal yağlardan veya kullanılmış yağlardan, bir alkol ve katalizör eşliğinde üretilen yağ asidi metil esterleridir. Biyogaz, genellikle organik madde oranı yüksek bitkisel ve hayvansal atıkların sabit bir ısıda, hava almayacak biçimde tasarlanmış tanklar içinde oksijensiz bakteriler tarafından parçalanması sonucunda oluşan bir gazdır. Biyoetanol ise şeker oranı yüksek bitkisel ürünlerin fermantasyonu sonucu üretilen bir biyoyakıt çeşididir. Biyokütle, dünyanın dördüncü en büyük enerji kaynağı olup dünya enerji talebinin yaklaşık %14 üne oluşturmaktadır. Dünyanın en büyük biyodizel üreticileri Avrupa Birliği ülkeleridir ve dünya biyodizel üretiminin %53 ünü karşılamaktadır. Dünya biyoetanol üretimine bakıldığında, Amerika ve Brezilya toplam üretimin %85 ini karşılamaktadır. Biyogaz üretiminde uzak doğu ülkeleri özellikle Çin ve Hindistan önemli gelişmeler kaydetmişlerdir. Ülkemizde biyoyakıtlara gereken önem verilmemektedir. Ancak, son yıllarda biyogaz üretimi ile ilgili belediyeler önemli tesislerin kurulumunu gerçekleştirmişlerdir. Şırnak ilinin tarımsal üretim miktarı ve yetiştirilen mera hayvanlarının sayıları, bölgede oluşturulacak biyodizel ve biyoetanol tesis yapımına yetecek kadar değildir. Ancak, ilin biyokütle ve şehirsal atıkları ile birlikte, bölgede orta çaplı bir biyogaz tesisi kurulabilir. Kırsal bölgelerde köy tipi ya da ev tipi biyogaz ünitelerinin kurulumu ile ilgili projeler geliştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle potansiyeli, Biyodizel, Biyogaz, Biyoetanol, Şırnak ili.

1 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, ekinihsan@gmail.com

2 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

3 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü

Biomass Energy: Biomass Energy Potential of Şırnak Province

ABSTRACT

The aim of this study is to give information about biofuels and to provide information about biomass potential of Şırnak province. Biomass is the name given to the total organic masses of living organisms. Biodiesel, bioalcohols (bioethanol, biomethanol, biobutanol) and biogas are the most important biofuels obtained from biomass. Biodiesel is the fatty acid methyl esters produced from vegetable and animal lipids or from used oils in the presence of an alcohol and catalyst. Biogas is a gas that is formed as a result of decomposing vegetable and animal wastes, which usually have a high organic matter content, in a constant temperature, by anaerobic bacteria in airtightly designed tanks. Bioethanol is a kind of biofuel produced by way of fermentation of high sugar contenting vegetable products. Biomass is the world's fourth largest energy source and accounts for about 14% of the world energy demand. The world's largest biodiesel producers are the European Union countries and 53% of the world's biodiesel production are done by them. Considering of bioethanol production, America and Brazil account for 85% of total production. Additionally, in the production of biogas, Far East countries, especially China and India, have made significant improvements. In Turkey, the necessary attention is not given to the biofuels. However, in recent years, the municipalities involved in biogas production have installed important biyogas facilities. The amount of the agricultural production of Şırnak province and the number of pasture animals is not enough to make biodiesel and bioethanol plant to be formed in the region. However, with the provincial biomass and urban waste, a medium-sized biogas plant can be established in the region. The projects related to the installation of village type or domestic biogas units in rural areas can be developed, in the region.

Keywords: Biomass potential, Biodiesel, Biogas, Bioethanol, Şırnak province.

1. GİRİŞ

Biyokütle en basit tanımıyla bitki ve hayvan topluluklarının organik madde kitlesi anlamına gelmektedir. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidrolik enerji, jeotermal enerji, hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyokütle enerjisi, fosil yakıtlara alternatif bir yakıt türü olarak son yıllarda önem kazanmıştır. Biyodizel, Biyoetanol, Biyogaz (Biyometan), Biyohidrojen ve Biyometanol günümüzde yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilen biyokütleden sentezlenen başlıca biyoyakıt çeşitleridirler. Yeni bir teknoloji olarak denenmesine rağmen biyoyakıtların kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Kullanılan en eski biyokökenli ürün hint tohumu yağı olup,

Mısırlılar döneminde lambalarda aydınlatma yakıtı olarak kullanılmıştır. Daha sonraları 1898 yılında dizel motor yakıtı olarak yer fıstığı yağı biyoyakıt olarak kullanılmıştır. Sürdürülebilir, her coğrafyada üretilen, sosyoekonomik gelişme sağlayan, atıkları değerlendiren, çevre dostu, stratejik bir enerji kaynağı olan biyokütle hammaddeleri; transesterifikasyon, piroliz, metanlaştırma, biyofotoliz, fermentasyon, gazlaştırma, karbonizasyon ve esterleşme gibi yöntemlerle karbon ve hidrojen zengin, yüksek ısı değeri, kolay taşınabilir ve depolanabilir, alternatif yakıtlara dönüştürülebilmektedir. Orman, park, bahçe, ürünleri, yağlı tohumlar (aspir, kanola, mısır, soya, ayçiçeği, jatropha, palm, keten, pamuk tohumu), karbonhidratlı bitkiler (mischantus, tatlı sorgum, dallı darı, şeker kamışı, şeker pancarı, buğday, arpa, mısır), elyaf bitkileri, bitkisel ve hayvansal atıklar (mezbaa atıkları, hayvansal yağlar, ahır ve kümes hayvan dışkı), yosunlar, kentsel ve endüstriyel atıklar, kullanılmış yağlar, belediye atıkları ve organik çöpler, biyokütlenin hammaddesini oluştururlar. Kısaca, ana bileşenleri organik bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler biyokütle enerji kaynağı olarak tanımlanabilir ve bu kaynaklardan üretilen enerjiye de biyokütle enerjisi denir.

Biyodizel, biyoetanol ve biyogaz en önemli biyoyakıtlar olarak bilinirler. Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir, palm, jatropha, pamuk, mısır, keten gibi yağlı tohum bitkileri, kullanılmış kızarma yağları veya hayvansal yağların bir katalizör (genelde NaOH, KOH) eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol, etanol) reaksiyonu (transesterifikasyon) sonucunda üretilen yağ asidi metil esterleridirler. **Biyogaz** ise tarımsal üretim sonucunda ortaya çıkan çeşitli bitkisel atıkların, hayvan ve insan dışkısının, organik yükü yüksek atıkların sabit bir ısıda, hava almayacak biçimde tasarlanmış tanklar içinde anaerobik (oksijensiz) bakteriler tarafından parçalanması sonucunda oluşan ısı değeri yüksek yanıcı bir gazdır. Bileşiminde % 60-70 metan (CH_4), % 30-40 karbondioksit (CO_2), % 0-2 hidrojen sülfür (H_2S) ile çok az miktarda azot (N_2) ve hidrojen (H_2) bulunmaktadır. **Bioetanol** ise şeker pancarı, mısır, buğday, şeker kamışı, tatlı sorgum, patates, mischantus, odun, çalı, saman, tarımsal atıklar ve selüloz içerikli evsel atıklardan, fermantasyon yapan bakteri ya da mayalar tarafından üretilen bir biyoyakıt çeşididir.

Biyokütlenin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması termik santrallere benzer bir sistemle organik maddelerin doğrudan yakılarak oluşturulan ısıdan buhar elde edilerek türbinleri döndürmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi şeklinde olabilmektedir. Ayrıca, değişik tekniklerle biyokütleden elde edilen biyogazın kullanımı ile kombine çevrim gaz santrallerine benzer bir sistemle elektrik üretilmektedir. Kentsel atıklardan, çöplerin çürümesi ve anaerobik fermantasyon sonucu ortaya çıkan yanıcı bir gaz olan metan gazının kullanımı

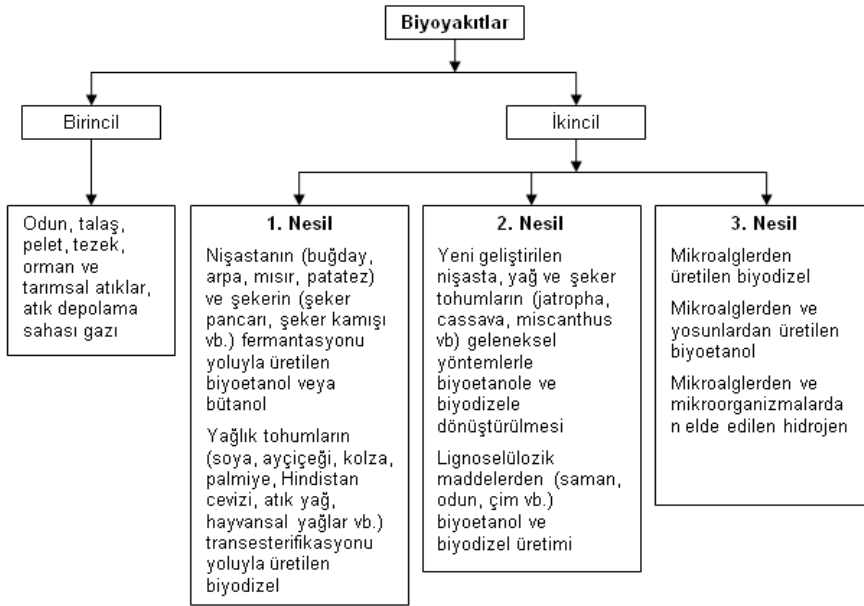
ile çöp termik santralleri çalıştırılmaktadır. Böylece hem kentsel atıkların enerji üretiminde kullanılması mümkün olmakta, hem de atıkların depolanması sorununa çözüm getirilmektedir.

Enerji içeriğinin büyük bir bölümü tohumunda gizli olan, yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen biyodizel, petrol içermeyen, dizele eşdeğer ve petrol kökenli dizel ile her oranda karıştırılarak ya da saf olarak dizelin kullanıldığı her yerde (özellikle taşımacılıkta) kullanılabilen bir biyoyakıttır. Biyodizel, bitkisel kaynaklı yağ ve atık yağların değerlendirilmesi yolu ile elde edilen yenilenebilir enerji çeşidi olarak bilinmektedir. Dizel yakıt olarak kullanılabilen biyodizel, ekonomik bakımdan uygunluğu, atıklardan kurtulma ve olumlu çevresel etkisi bakımından kullanılabilirliği ile öne çıkmaktadır. Biyodizel, dizel yakıtından daha çok, çevre dostudur, emisyon değerlerinin dizel yakıta benzer, hatta bazı değerlerinin daha iyi olduğu yapılan araştırmalarda belirlenmiştir.

Biyooetanol, karbonhidrat içeren biyokütle hammaddelerinden dönüştürme teknolojisiyle elde edilen bir biyoyakıt türüdür. Kimyasal formülü C_2H_5OH 'dır. Hammaddesi karbonhidratlar, nişasta, selüloz, hemisellüloz ve lignin olan, şeker pancarı, mısır, buğday, mischantus, dallı darı, tatlı sorgum, ağaç, odun, çalı, ot gibi çeşitli tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile elde edilen ve saf olarak veya benzinle belirli oranlarda harmanlanarak kullanılan alternatif bir biyoyakıttır. Biyoetanol, hava kirliliğini azaltmak ya da petrol ürünlerinin tüketimini azaltmak amacıyla, benzinle değişik oranlarda karıştırılarak kullanılabilir. En yaygın uygulamalar E10 ya da E85 diye bilinen sırasıyla %10 ve %85 biyoetanol içeren karışımlardır. Bitkilerden elde edilen biyoetanol, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak, sağladığı çevresel ve ekonomik yararlar nedeniyle, fosil yakıtlara göre avantajlar sağlamaktadır. Biyoetanol, yaygın olarak şeker kamışı, şeker pancarı ve mısırdan elde edilmektedir. Ancak biyoetanol elde etmek için, bugün kullanılan teknolojiler, biyoetanolden elde edilen enerjinin yaklaşık %70 inden fazlasını harcama gerektirdiğinden, hala fosil yakıtlar karşısında yeterince rekabet edici değildir.

Biyometanolün sanayide üretimi diğer biyoyakıtlara göre daha zahmetlidir. Metan gazının (CH_4), su ile yüksek sıcaklıklardaki ($1000^\circ C$) tepkimesinden önce CO ve H_2 gazları elde edilir. Ardından bu gazlar $400^\circ C$ de, bakır, alüminyum ve çinko katalizörü varlığında ısıtılması sonucu biyometanol elde edilir. **Biyohidrojen** ise mikroalglerin kendi bünyelerinde yapmış oldukları direk veya indirek reaksiyonlar ile üretilebilir. Yeşil algler ve mavi-yeşil algler, su moleküllerini hidrojen iyonuna ve oksijene direkt veya indirekbiyofotoliz ile parçalarlar. Yeşil bitkilerde bu reaksiyon gerçekleşemez, sadece CO_2 indirgenmesi meydana gelir, çünkü hidrojen oluşumunu sağlayan enzimler yani hidrojenazenzimi bulunmamaktadır. Mikroalglerin bazı grupları, hidrojenaz enzimibulundururlar ve uygun şartlar altında hidrojen üretebilirler.

Biyoyakıt kaynakları temelde ikiye ayrılır. İkincil kaynaklarda kendi arasında üç nesil şeklinde sınıflandırılmıştır. Birinci nesil biyoyakıtlar geleneksel teknolojiler kullanılarak şeker, nişasta, hayvansal yağ veya bitkisel yağ ham maddelerinden üretilmişlerdir. Bu ham maddeler aynı zamanda yiyecek olarak da kullanıldığından bazı kesimlerce birinci nesil biyoyakıtların üretimi eleştirilmektedir. Birinci nesil biyoyakıtların üretimi, gıda stokuna zarar vermemesi ve biyoçeşitliliği tehdit etmemesi için birçok dünya ülkesinde sınırlandırılmıştır. Artan talebin karşılanması için ise ikinci nesil biyoyakıtlar üretilmeye başlanmıştır. İkinci nesil biyoyakıtlar doğrudan gıda amaçlı olarak kullanılmayan ancak gıdaların artıkları olan ham maddeler kullanılarak üretilirler. İkinci nesil biyoyakıtların üretimleri hem daha karmaşık hem de başka amaçlar için kullanılacak biyokütlenin ham madde olarak kullanılmasını içermektedir. Üçüncü nesil biyoyakıtların üretimi için ise ham madde olarak algler (yosun) kullanılır. Üretim süreci, yosunların biriktirdiği karbohidrat ve yağların biyoyakıt sentezinde kullanılmasına dayanır. Şekil 1. de biyoyakıtların sınıflandırılması ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1. Biyoyakıtların sınıflandırılması ve hammadde çeşitleri

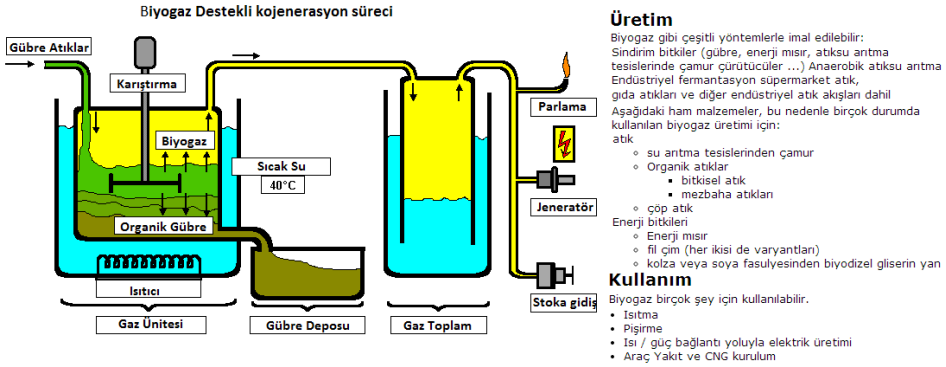
2. YÖNTEM

2.1. Biyoyakıt Elde Etme Yöntemleri

Biyogaz üretimi için çoğunlukla organik içerikli hayvansal atıklar, sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbaha atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar özellikle kırsal kesimler için önerilen biyogaz tesislerinde kullanılmaktadır. Bitkisel artıklar, ince kıyılmış sap, saman, anız ve mısır artıkları, şeker pancarı yaprakları ve çimen artıkları gibi bitkilerin işlenmeyen kısımları ile bitkisel ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan artıklardır. Bitkisel artıkların kullanıldığı biyogaz tesislerinin işletilmesi sırasında süreç kontrolü büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kırsal kesimlerde bitkisel artıklardan biyogaz üretimi önerilmemektedir. Organik içerikli şehir ve endüstriyel atıklar kanalizasyon ve dip çamurları, kâğıt sanayi ve gıda sanayi atıkları, çözülmüş organik madde derişimi yüksek endüstriyel ve evsel atıklar biyogaz üretiminde kullanılmaktadır. Bu atıklar özellikle belediyeler ve büyük sanayi tesisleri tarafından yüksek teknoloji ile tesis edilen biyogaz üretim merkezlerinde kullanılan atıklardır.

Biyogaz üretiminde dikkat edilmesi gereken çok önemli hususlar vardır. Fermantörde (üretim tankı-sindireç) kesinlikle oksijen bulunmamalıdır. Deterjanlı organik atıklar üretim tankına alınmamalıdır, bu tür maddeler reaksiyonlarda inhibitör olarak görev alıp reaksiyonların oluşumunu engellemektedirler. Ortamda yeni bakteri oluşturulması ve büyümesi için yeterli miktarda azot bulunmalıdır, azotlar aminoasit sentezinde kullanılırlar, bakterilerin çoğalabilmelerinin en önemli etkenidir. Üretim tankında asitlik 7,0–7,6 arasında olmalıdır. Yüksek asit ya da bazik ortam metan oluşumunu inhibe eder. Metan bakterileri için hammaddenin sirke asidi cinsinden organik asit konsantrasyonu 500-1500 mg/L civarında olmalıdır. Antibiyotik almış hayvansal atıklar üretim tankına alınmamalıdır. Fermantör sıcaklığı 35 °C veya 56 °C de sabit tutulmalıdır. Üretim tankına ışık girmemeli ve ortam karanlık olmalıdır. Üretim tankında minimum %50, optimum %90 oranında su bulunmalıdır. Ortamda metan bakterilerinin beslenmesine yetecek kadar organik madde parçalanmış-öğütülmüş olarak bulunmalıdır. Hayvan adedi hayvan cinsi yaş gübre miktarı (ton/yıl) bir büyük baş 3,60, bir küçükbaş 0.70, bir kümes hayvanı 0.022 ton gübre oluşturmaktadır. Gübre cinsine göre elde edilebilecek biyogaz miktarı (m³ /yıl), sığır 1 ton 33, koyun 1 ton 58, kümes Hayvanı 1 ton 78 m³ olarak ortalama hesaplanmıştır.

210 litre hacimli sistem de; Bir aylık metan gazı üretim hesabı şu şekildedir; $210 \text{ L} \times 60 (30 \text{ L su} + 30\text{kg atık}) / 100 (\%) = 126 \text{ L}$ oluşmaktadır bu kadar litre de $0,126 \text{ m}^3$ metan gazı üretilmektedir. Süresi: $210 \text{ L} / 60 (30 \text{ L su} + 30\text{kg atık}) = 3,5$ gün sonunda metan gazı oluşmaya başlıyor, 20-30 gün sonunda ise $0,126 \text{ m}^3$ toplam metan gazı üretilmesi beklenilmektedir.



Şekil 2. Basit bir biyogaz tesisinin ana elemanları, üretim ve kullanım prensipleri.

3. BULGULAR

3.1 Şırnak İlinin Biyokütle Potansiyeli ve Kullanımı

Şırnak ili, 37.5190 kuzey enlemleri ve 42.4537 doğu boylamları arasında yer almaktadır. Yüzölçümü 7.172 km² ve ortalama 1.400 metre rakımı ile deniz seviyesinden oldukça yüksektir. Yüzölçümünün dörtte üçü Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Dicle Bölümünde, geri kalan dörtte biri ise Doğu Anadolu Bölgesi içinde yer alır. Şırnak ilinin batı ve güney kesiminde bulunan bazı düzlükler dışında, büyük bölümü akarsular tarafından yarılan platolardan oluşmaktadır. Yazın gürcayırılarla kaplanan Faraşın Yaylası gibi yüksek düzlüklerde hayvancılık; Silopi, Cizre ve İdil yörelerindeki alçak düzlüklerde ise daha çok bitkisel üretim yapılmaktadır. İlin batısı, Dicle Irmağının küçük bir kolu olan Kızılsu tarafından derince yarılmıştır. Şırnak'ın 1500-2000 metre yükseltiye sahip dağlık alanlarda çoğunlukla meşe ve ardıç bitki toplulukları dikkati çeker. Ormanlık alanlar ise daha çok kuzey yamaçlarıdır. Yazları sıcak ve kurak geçen Cizre, Silopi ve İdil platolarında genelde tahıl, pamuk, mercimek gibi tarımsal ürünler yetiştirilir. Doğu Anadolu bölgesinde kalan kısımda kışlar sert geçer. Kuzeyden gelen soğuk havalar kışın bu yörenin sert ve karlı geçmesine sebep olur. Kar yağışı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sınırına kadar devam eder. İlin bu kısmında, Mardineşiği üzerinden gelen Akdeniz iklimini görmektir mümkündür. Pamuk, Zakkum ve Zeytin bunun en büyük kanıtıdır. Mevsim içindeki yağışların az olması, doğal bitki örtüsünün bozkır olmasına neden olmuştur. Bozkırları ilkbahar yağışlarıyla ortaya çıkar, yaz sıcaklıkları ile kaybolur. Bozkırlar küçükbaş hayvancılık için önemlidir. Bozkır alanlarının olmadığı yerlerde, özellikle dağların yüksek yamaçlarında bazen bozuk karakterli meşelikler ve ardıç ağaç toplulukları görülmektedir. İli saran dağların yamaçlarında melengiç ağaçlarını da görmektir mümkündür. İl toprakları çoğunlukla dağlık alandan oluşmaktadır bundan

dolayı, toprağa dayalı tarım geniş çaplı yapılmamaktadır. Tarım, genellikle geniş ovalara sahip Silopi, Cizre ve İdil ilçelerinde yaygındır. Üretimindüşükolmasının nedenleri arasında, tarımın verimli alanlarda yapılmaması, sulama sıkıntısının olması, hayvancılığında kazançlı bir uğraş gibi görülmesi sayılabilir. Tarım alanlarında çoğunlukla buğday, arpa, nohut, soğan, sarımsak, yonca, mısır, pamuk, ayçiçeği, korunga, burçak, fiğ, mercimek ve yer fıstığı yetiştirilmektedir. Bu ürünler arasında mısır, yer fıstığı, pamuk tohumu, ayçiçeği ve diğer yağlı tohumlu bitkiler biyodizel üretimde kullanılabilme potansiyeline sahiptir, ancak bunların değerlendirilebileceği bir biyodizel üretim tesisi bölgede mevcut değildir. Bazı tarım alanlarında, biyoyakıt hammaddesi olarak kullanılabilen yağlı ürünlerin yetiştirilmesiyle, bölgeye farklı bir pazar kazandırılabilir. Tarımın daha verimli yapılabilmesi için ve elde edilen ürünlerin farklı alanlarda da kullanılabilceğini gösterebilmek için bölgedeki çiftçilere faydalı teknik bilgiler verilmelidir. Tablo 1’ de Şırnak ilinin tarımsal ürünleri verilmektedir. Tabloda da görüldüğü gibi buğday, mısır ve pamuk üretimi en yüksek olan tarım ürünleri arasında yer alır. Bu ürünlerin birinci nesil biyoyakıtlar olmasından dolayı biyoyakıt olarak tüketilmesi şu an için pek etik bulunacağına kanısında değildir. Yapılan üretim bölgedeki çiftçiye geçinebileceği kazancı karşılamaktadır.

Tablo 1. Şırnak ili tarımsal üretim miktarları (tarımsal ürün biyokütlesi) (TÜİK)

Sıra	Ürün Adı	2002 üretim (ton)	2016 üretim (ton)
1	Buğday	137.178	176.612
2	Yeşil ot	5471	78070
3	Pamuk	53787	45173
4	Mısır (Dane)	161	16140
5	Arpa	44339	5609
6	Üzüm	3570	6981
7	Nar	86	367
8	Ceviz	469	460
9	Elma	1042	455
10	Armut	363	155
11	Kavun	6125	6603
12	Karpuz	4700	2388
13	Domates	4079	1348
14	Hıyar	2422	612
15	Patlıcan	1066	282
Toplam		264.858	341.255

Şırnak’ta büyükbaş hayvancılık çoğunlukla İdil, Silopi ve Uludere ilçelerinde; küçükbaş hayvancılık ise çoğunlukla merkez, İdil ve Uludere ilçelerinde yapılmaktadır. Binek hayvan sayısı ise merkez, Güçlükonak, İdil

ve Uludere ilçelerinde daha yüksek oranda olduğu gözlenmiştir. Sığır, koyun ve keçi türlerinde yerli ırklar yaygın olup bakım, beslenme ve barınak şartları yetersizdir. Hayvancılık tamamen mera sistemine dayanmaktadır. Gerek hayvan ırklarının verimsizliği gerekse beslenme imkânlarının iyi durumda olmamasından dolayı hayvansal ürünlerin üretimi de düşüktür. Tablo 2’ de Türkiye İstatistik Kurumu’nun 2002 ve 2016 Şırnak ili ve ilçelerinde yetiştirilen büyükbaş ve küçükbaş hayvanların sayıları verilmiştir. Yıllar bazında Şırnak ilinde hayvan sayısı artmıştır. Diğer illerle karşılaştırıldığında Şırnak ili ve çevresinde mevcut olan hayvan sayısı diğer bölgelere göre daha az sayıdadır. Buda ilin hayvansal biyokütle potansiyelinin düşük olduğunu gösterir. Biyokütle olarak bilinen hayvan dışkısı ya gübre ya da yakacak (tezek) olarak kullanılarak değerlendirilmektedir. Hayvancılıktan elde edilen gelir daha çok canlı hayvan ticaretinden elde edilen gelire dayanmaktadır. Üretilen hayvansal ürünler arasında süt, ilk sırayı almaktadır. Sütün pazarlanma oranı düşüktür. Üretici, sütün büyük bölümünü kendi ihtiyaçlarını karşılamak için kullanmaktadır. Pazar durumu, yemleme, bakım, mera ve diğer şartları iyi olmayan bölgedeki köylüler kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile hayvancılık yapmaktadır.

Tablo 2. Şırnak ilinde yetiştirilen büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayıları (TÜİK)

Sıra	Ürün Adı	2002 (baş)	2016 (baş)
1	Sığır (Kültür)	470	4855
2	Sığır (Melez)	3195	8542
3	Sığır (Yerli)	19384	19919
4	Manda	52	206
5	Koyun (Merinos)	0	60
6	Koyun (Yerli)	109.335	285.919
7	Keçi (Kıl)	118.439	255.036
8	Keçi (Tiftik)	2740	9725
	Toplam	253.615	584.262

Şırnak ilinin biyokütle kapasitesinin detaylı bir şekilde anlatımı, Tablo 3’de verilmiştir. Kayıtlı veriler doğrultusunda, ilin biyokütle yoğunluğuna bakıldığında, orman alanı %39, yerleşim yerleri ve diğer araziler %24, tarımsal alan % 22, çayır, mera ve arazi alanı ise % 15 i kapsamaktadır. Orman alanlarının geliştirilmesi halinde Şırnak ilinin biyokütle potansiyeli artırılabilir. İleriye yönelik biyokütle enerjisi alanında gelişim sağlanabilir.

Tablo 3. Şırnak ilinin arazi varlığı (STATİP)

İlin yüzölçümü	7.158.959
Toplam tarımsal alan	1.543.433
Çayır ve mera arazi	1.097.338
Orman alanı	2.796.636
Yerleşim yerleri ve diğer araziler	1.721.551
Sulu tarım araziler	292.612
Kuru tarım araziler	1.250.821
Dikili tarım araziler	46.240
Yıllık ortalama yağış miktarı	685.6 kg/m ²
İlin rakımı: Zap havzası	1000-1400 m
Gap havzası	400-500 m

3.2. Bölgede Biyokütle Enerjisinin Geliştirilmesi

Şırnak ili ve çevresi biyokütle potansiyeli açısından çok zengin değildir. Biyoyakıtlar arasında, biyodizel, biyoetanol gibi üretimi donanımlı tesislere dayanan yakıtların elde edilmesi oldukça güçtür. Bunlara ait herhangi bir tesis bölgede bulunmamaktadır. Biyodizel üretiminde kullanılan yağlı tohum üretimi bölgede olsa da bu tür ürünler daha çok gıda ürünü olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’de biyodizel üretimi çok yaygın olmadığı gibi bölgemizde böyle bir tesisin bulunması şimdilik oldukça güç görünmektedir. Her şeye rağmen bölgenin iklimi kanola ve aspir yetiştiriciliğine çok uygundur, fakat bu ürünlerin yetiştirilmesi için gerekli miktarda düz arazi bulunmamaktadır. Biyogaz üretimi diğer biyoyakıtlara göre daha kolay ve ucuza mal edilmektedir. Aile tipi, köy tipi ve şehir tipi biyogaz tesisleri dünya üzerinde oldukça yaygındır. Türkiye’de biyogaz üretimi genelde çöplerden elde edilir ve son yıllarda oldukça yaygın hale gelmiştir. Tablo 4’ te de görüldüğü gibi Türkiye’deki 100 kadar biyogaz üretim tesisine ait bilgiler verilmiştir.

Şırnak ilinde köy tipi veya ev tipi biyogaz tesisleri kurulabilir. Bu sistemler ile köylü çok kolay bir şekilde biyogazını üretebilir ve evin ihtiyacı olan fırın, ısıtma, sıcak su ihtiyacının tamamını ve elektrikğin bir kısmını bu yolla üretebilir. Aile tipi tesisler 6 -12 m³ kapasiteli; Çiftlik tipi olanlar 50-100-150 m³ kapasiteli; Köy tipi biyogaz tesisleri 100- 200 m³ kapasiteli; Sanayi ölçekli tesisler ise 1000-10.000 m³ kapasiteli sistemlerdir. 1 m³ biyogaz, 2148 MJ/kg ısı değeri ile 0,56 kg fueloil, 0,46 kg sıvılaştırılmış petrol gazı ve 0,62 m³ doğalgazın karşılıdığı ısı değere eşit enerji üretebilir.

Tablo 4. Türkiye mevcut bulunan biyogaz tesisleri ve kurulu güç miktarları

Sıra	Santral Adı	İl	Firma	Kurulu Güç
1	Odayeri Çöp Gazı Santrali	İstanbul	Ortadoğu Enerji	34 MW
2	Toros Tarım Samsun Atık Isı Santrali	Samsun	Toros Tarım	31 MW
3	Mutlular Biyokütle (Orman Atığı) Enerji Santrali	Balıkesir	Mutlular Enerji	30 MW
4	Mamak Çöplüğü Biyogaz Tesisi	Ankara	ITC Katı Atık Enerji	25 MW
5	ÇadırtepeBiyokütle Santrali	Ankara	ITC Katı Atık Enerji	23 MW
6	Sofulu Çöplüğü Biyogaz Santrali	Adana	ITC Katı Atık Enerji	16 MW
7	Akçansa Çimento Atık Isı Santrali	Çanakkale	Enerjisa Elektrik	15 MW
8	ITC Antalya Biyokütle Santrali	Antalya		14 MW
9	Kömürcüoda Çöplüğü Biyogaz Santrali	İstanbul	Ortadoğu Enerji	14 MW
10	Eti Alüminyum Atık Isı Elektrik Santrali	Konya	Cengiz Enerji	13 MW
11	Zeus Biyokütle Enerji Santrali	Kırklareli	Zeus Enerji	12 MW
12	Eti Maden Bandırma Atık Isı Santrali	Balıkesir	Eti Maden	12 MW
13	ITC-KA Sincan BiyokütleGazlaştırma Tesisi	Ankara	ITC Katı Atık Enerji	11 MW
14	Bağfaş Gübre Fabrikası Biyogaz Santrali	Balıkesir	Bağfaş Gübre Fabrikası	9,92 MW
15	Hamitler Çöplüğü Biyogaz Santrali	Bursa	ITC Katı Atık Enerji	9,80 MW
16	Çımsa Atık Isı Santrali	Mersin	Enerjisa Elektrik	9,56 MW
17	Batıçim Atık Isı Santrali	İzmir	Batıçim Batı Anadolu	9,00 MW
18	Afyon Hayvansal Atık Biyogaz Santrali	Afyonkarahisar	Afyon Biyogaz	8,40 MW
19	Prokom Madencilik Prolitik Yağ ve Gaz Santrali	Erzincan	Prokom Madencilik	7,04 MW
20	ProkomPiroolitik Yağ ve Piroolitik Gaz Tesisi	Erzincan	Prokom Madencilik	7,04 MW
21	Kocaeli Çöplüğü Biyogaz Santrali	Kocaeli	Ortadoğu Enerji	6,51 MW
22	Aksaray OSB Gübre Gazı Elektrik Santrali	Aksaray	Sütaş Süt Enfaş Enerji	6,40 MW
23	Karacabey Biyogaz Tesisi	Bursa	Sütaş Süt Enfaş Enerji	6,40 MW
24	Şanlıurfa Biyokütle Enerji Santrali	Şanlıurfa	Full Force Enerji	6,24 MW
25	Eman Enerji Mersin Biyokütle Enerji Santrali	Mersin	Mersin B.şehir Belediyesi	6,02 MW
26	Avdan Biyogaz Tesisi	Samsun	Avdan Enerji	6,00 MW
27	Modern Biyokütle Enerji Santrali	Tekirdağ	Eren Enerji	6,00 MW

28	Trakya Yenişehir Cam Atık Isı Santrali	Bursa	Trakya Yenişehir Cam	6,00 MW
29	Kayseri Çöplüğü Biyogaz Elektrik Santrali	Kayseri	Her Enerji	5,78 MW
30	Konya Aslım Çöplüğü Elektrik Üretim Santrali	Konya	ITC Katı Atık Enerji	5,66 MW
31	Gaziantep Çöp Gazı	Gaziantep	CEV Enerji	5,66 MW
32	Nisa Biyokütle Elektrik Üretim Tesisi	Bursa	Mendez Enerji	5,48 MW
33	Batisöke Söke Çimento Atık Isı Elektrik Santrali	Aydın	Batisöke Söke Çimento	5,34 MW
34	Çorum Mecitözü Biyokütle Enerji Santrali	Çorum	Oltan ve Kölenoğlu Elektrik	5,00 MW
35	Ovacık Biyogaz Enerji Santrali	Kırklareli	Işık Biyokütle	4,80 MW
36	Maraş Biyokütle Santrali	Kahramanmaraş	Öztürk Enerji	4,80 MW
37	Kumrular Biyogaz Tesisi	Kırklareli	Seleda Biyogaz Enerji	4,27 MW
38	Tire Biyogaz Tesisi	İzmir	Sütaş Süt Enfaş Enerji	4,27 MW
39	Pir Enerji Düzce Biyogaz Santrali	Düzce	Pir Enerji	4,26 MW
40	İskenderun Çöp Gazı Elektrik Üretim Tesisi	Hatay	Novtek Enerji	4,24 MW
41	Trabzon Rize Çöp Gazı Santrali	Trabzon	Mustafa Modoğlu Holding	4,24 MW
42	Hatay Gökçeğöz Çöp Santrali	Hatay	Atya Elektrik	4,24 MW
43	Hasdal	İstanbul	İstanbul B.şehir Belediyesi	4,02 MW
44	Afyon Biyogaz Enerji Santrali	Afyon	Afyon Enerji	4,02 MW
45	Malatya Çöp Gazlaştırma ve Yakma Tesisi	Malatya	Mim Sanayi Kazanları	4,00 MW
46	Gönen Biyogaz Tesisi	Balıkesir	Gönen Yenilenebilir Enerji	3,62 MW
47	Manavgat Çöp Gazı Santrali	Antalya	Arel Enerji	3,60 MW
48	Senkron Efeler Biyogaz Santrali	Aydın	Senkron Grup	3,60 MW
49	Belka Çöp Gazı Biyogaz	Ankara	Ankara B.şehir Belediyesi	3,20 MW
50	Atlas İnşaat Osmaniye Çöp Gazı Santrali	Osmaniye	Atlas İnşaat	3,12 MW
51	Albe Biyogaz Santrali	Ankara	Era Grup	3,02 MW
52	ITC-KA Elazığ Çöp Gazı Santrali	Elazığ	ITC-KA Enerji	2,83 MW
53	Arel Isparta Çöp Gazı Santrali	Isparta	Arel Yenilenebilir Enerji	2,83 MW
54	Sivas Biyokütle Elektrik Üretim Tesisi	Sivas	Novtek Enerji	2,82 MW
55	Mavi Bayrak Biyokütle Enerji Santrali	Aydın	Mavibayrak Enerji Üretim	2,50 MW
56	Konya Atıksu Biyogaz Santrali	Konya	Konya B.şehir Belediyesi	2,44 MW
57	Malatya BŞB Çöp Gazı Elektrik Üretim Santrali	Malatya	Malatya B.şehir Belediyesi	2,40 MW

58	Arel Enerji Biyokütle Tesisi	Afyon	Arel Enerji	2,40 MW
59	Mas 1 Yenilenebilir Enerji Üretim Tesisi	Niğde		2,40 MW
60	Mauri Maya Bandırma Biyogaz Santrali	Balıkesir	Mauri Maya	2,33 MW
61	Tokat Çöpgazı Elektrik Üretim Santrali	Tokat	Tokat Belediyesi	2,30 MW
62	Dilovası Çöp Biyogaz Santrali	Kocaeli	Körfez Enerji	2,13 MW
63	Bandırma Edincik Biyogaz Santrali	Balıkesir	Telko Enerji	2,13 MW
64	Eses Enerji Biyogaz Santrali	Eskişehir	Eskişehir B.şehir Belediyesi	2,04 MW
65	Karaduvar Atıksu Arıtma Tesisi Biyogaz Santrali	Mersin	Mersin B.şehir Belediyesi	1,90 MW
66	PakmilBiyokütle Santrali	Adana	Pakmil Enerji	1,76 MW
67	GASKİ Atıksu Biyogaz Elektrik Santrali	Gaziantep	GaziantepB.şehir Belediyesi	1,66 MW
68	Karma Gıda Biyogaz Santrali	Sakarya	Karma Gıda	1,49 MW
69	Polatlı Biyogaz Tesisi	Ankara	Polres Elektrik Üretim	1,47 MW
70	ITC-Ka Samsun Çarşamba Çöp Gazı Santrali	Samsun	ITC-Ka Enerji	1,42 MW
71	Aksaray Çöp Gazı Elektrik Santrali	Aksaray	ITC Katı Atık Enerji	1,42 MW
72	Karaman Biyogaz Tesisi	Karaman	Karaman Yenilenebilir Enerji	1,41 MW
73	Sandıklı Biyokütle Elektrik Üretim Tesisi	Afyonkarahisar	Akıncı Elektrik	1,40 MW
74	Pamukova Katı Atık Biyogaz Santrali	Sakarya	Biosun Pamukova	1,40 MW
75	Eman Enerji Silifke Biyokütle Enerji Santrali	Mersin	Mersin B.şehir Belediyesi	1,20 MW
76	Uşak Çöpgazı enerji Santrali	Uşak	Uşak Belediyesi	1,20 MW
77	Vesmec Çöp gazı Santrali	Kırklareli	Vesmec Makine	1,20 MW
78	KıpaşKağıtBiyokütle Enerji Santrali	Kahramanmaraş	KıpaşKağıt	1,20 MW
79	Amasya Çöp Gazı Elektrik Üretim Santrali	Amasya	Boğazköy Enerji Elek. Üretim	1,20 MW
80	Ekim Grup Gübre Gazı	Konya	Ekim Grup Elektrik	1,20 MW
81	Malatya 1 Çöp Gaz Elektrik Üretim Tesisi	Malatya		1,20 MW
82	Tire Biyogaz Elektrik Santrali	İzmir	Tire Biyogaz Elektrik Üretim	1,20 MW
83	Bolu Çöplüğü Biyogaz Santrali	Bolu	CEV Enerji	1,13 MW
84	Yapılcanlar Biyogaz Enerji Santrali	Aksaray	Yapılcanlar Tohumculuk	1,07 MW
85	Kırıkkale Çöp Gazı Enerji Santrali	Kırıkkale	Mustafa Modoğlu Holding	1,00 MW
86	KartepeBiyokütle Enerji Santrali	Kocaeli	Kartepe Endüstriyel	1,00 MW

87	Sigma Suluova Biyogaz Tesisi	Amasya	Sigma Elektrik Üretim	1,00 MW
88	Kemberburgaz Çöplüğü Biyogaz Santrali	İstanbul	Ekolojik Enerji	0,98 MW
89	Hayat Biyokütle Elektrik Üretim Santrali	Kocaeli	Hayat Enerji	0,96 MW
90	Eman Enerji Karaman Biyokütle Enerji Santrali	Maraş	Eman Enerji	0,95 MW
91	Doğal enerji Biyokütle Enerji Santrali	Şanlıurfa	Doğal Enerji Hizmetleri	0,82 MW
92	Adana Batı Atıksu Biyogaz Santrali	Adana	Adana B.şehir Belediyesi	0,80 MW
93	Adana Doğu Atıksu Biyogaz Santrali	Adana	Adana B.şehir Belediyesi	0,80 MW
94	Beypazarı Biyogaz Tesisi	Ankara	Derin Enerji Üretim	0,79 MW
95	FritoLay Gıda Kojenerasyon Santrali	Mersin		0,66 MW
96	Kumkısık Çöplüğü Biyogaz Santrali	Denizli	Bereket Enerji	0,64 MW
97	Sezer Bio Enerji	Antalya	Kalemirler Enerji	0,50 MW
98	Denizli Atıksu Arıtma Tesisi Biyogaz Elektrik Üretim Santrali	Denizli	Denizli B.şehir Belediyesi	0,48 MW
99	Solaklar İzaydaş Çöp Gazı	Kocaeli	Kocaeli B.şehir Belediyesi	0,33 MW
100	Cargill Tarım Bursa Bioenerji Santrali	Bursa	Cargill Tarım	0,12 M

3.3 Türkiye’de ve Dünya’da Biyoyakütle Enerjisinin Önemi

Biyokütle dünyanın dördüncü en büyük enerji kaynağı olup dünya enerji talebinin yaklaşık %14 üne tekabül etmektedir. Örneğin 2008 yılında Kuzey Amerika ve Avrupa’nın enerji payının sırasıyla %3,5 ve %2,7 sini içermiştir. Biyokütle sürdürülebilir enerji kaynağıdır ve doğal organik maddeleri içerir. 2020 enerji ve iklim politikasını başlatan Avrupa komisyonu, enerji tüketiminin %20 sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını ve buna bağlı olarak sera etkisinin düşürülmesini ve 2020 yılına kadar biyogazdan elektrik üretiminin artırılmasını hedeflemektedir. Dolayısıyla her Avrupa birliği ülkesi kendi yenilenebilir enerji stratejisini belirlemiştir. Örneğin Slovenya, enerji tüketimindeki yenilenebilir payın zorunlu değer olan % 25 den 2020 yılına kadar %40 a çıkarmak zorundadır. Almanya 2050 yılına kadar güç sektöründeki yenilenebilir payın en az %80 olacağını vaat etmiş ve bu payda biyoenerjinin büyük bir rol alacağını belirtmiştir. Endüstriyel biyogaz tesislerinin Dünya genelindeki coğrafik dağılımına bakıldığında Avrupa %37 ile en yüksek oranda biyogaz tesislerine sahip, bunu %32 ile Asya, %16 ile Kuzey ve Orta Amerika, %11 ile Güney Amerika, %3 ile Afrika ve son olarak %1 ile Avustralya izlemektedir. 2014 yılının sonunda çeşitli Avrupa ülkelerinin spesifik biyogaz

tesislerinin sayısı şu şekilde olmuştur: Almanya 10786, İtalya 1491, Birleşik Krallık 813, Fransa 736, İsviçre 633, Çek Cumhuriyeti 554, Avusturya 436, İsveç 279, Polonya 277, Hollanda 252, Belçika 184, Danimarka 155, Slovakya 139 şeklindedir. Bu verilere göre Avrupa da biyogaz tesislerinin yıllar geçtikçe arttığını söyleyebiliriz ve Avrupa'nın biyogaz tesislerinin toplam elektrik kurulu kapasitesi 8293 MW'tır. Avrupa da üretilen biyogaz miktarına bakılacak olursa 2014 yılında $1,35 \times 10^7$ ton ve kurulu kapasite olarak dünya biyogaz üretiminin %25 ini tek başına Almanya sağlamaktadır. 2014 yılında biyokütleden küresel güç üretimi 429 TWh den, 2015 yılında 474 TWh'e çıkmıştır. Dünya genelinde kurulu biyo-güç kapasitesi 2015 yılında 106 GW; Dünya biyo-güç üretiminin lideri olan Avrupa'nın kurulu güç kapasitesi aynı yıl için 30 GW, bunu 16,7 GW ile Amerika, 10,3 GW ile Çin, 9,7 GW ile Brezilya, 4,7 GW ile Hindistan ve Japonya izlemektedir. Örnek olarak Şekil 3 ve 4' de sırasıyla Dünya'nın en büyük biyogaz tesisi ile Avrupa'nın en büyük biyoyakıt tesisi görülmektedir. Şekil 3'de ki tesis Danimarka'nın Gravel şehrinde kurulu olup tesisin arıtma kapasitesi ve üretimi söz konusu olduğunda dünyanın en büyük biyogaz tesislerinden biri olduğu tescillenmiştir. Tesis, 1.050.000 ton biyokütle arıtma kapasitesi ile 45,4 MW / yıl enerji üretimi ile 26.000 hanenin yıllık ısı tüketimine eşdeğer üretim yapmaktadır. Avrupa'nın en büyük biyoyakıt tesisi Hollanda'nın Rotterdam kentinde olup 2011 yılında tamamlanmış ve yenilenebilir yakıt üretimi yapmaktadır (biyoetanol ve biyodizel). Tesisin üretim kapasitesi yılda 1 milyon tondur.



Şekil 3. Dünya'nın en büyük biyogaz tesisi Danimarka'nın Gravel şehrindeki tesis.



Şekil 4. Hollanda'nın Rotterdam kentindeki Avrupanın en büyük biyakit üretimi sağlayan Abengoa Rotterdam biyogaz tesisi

Dünya genelinde biyo-güç üretiminin %20 si biyogazdan sağlanmakta ve ısıtma da ise %4 ünü karşılamaktadır. Küresel biyogaz kurulu kapasitesi 2015 yılında 15 GW olup bunun 10,4 GW kısmını sadece Avrupa karşılamakta, 2,4 GW ını Kuzey Amerika, 711 MW ını Asya, 147 MW ını Güney Amerika ve 33 MW ını Afrika oluşturmaktadır. Dünya genelinde ısıtma sistemi olarak biyokütleye bakıldığında 3,1 EJ ile Avrupa, 2,7 EJ ile Asya ve 2,6 EJ ile Kuzey Amerika gelmektedir. Çin de petrole alternatif olarak ilk biyogaz endüstrisi 1950' li yıllarda başlamış ve 1990 yılına kadar yavaş gelişme göstermiştir. Yine de Çin de 800 milyon çiftçi bulunmakta ve önemli bir biyogaz potansiyeline sahiptir.

Dünya biyodizel üretimine bakıldığında 1990 yılında başlayan bu üretim 2012 yılında 18 milyar tonu bulmuş durumdadır. Dünyanın en büyük biyodizel üreticileri Avrupa Birliği ülkeleridir ve dünya biyodizel üretiminin %53 ünü karşılamaktadır. Avrupa da 2012 yılında üretilen biyodizel miktarı 7,9 milyon ton, bunu 2,9 milyon ton ile ABD, 2,4 milyon ton ile Arjantin, 2,2 milyon ton ile Brezilya ve 1,2 milyon ton ile Endonezya izlemektedir. Avrupa Birliği ülkeleri arasında başlıca biyodizel üreticileri, Almanya, Fransa, İtalya ve Belçika gelmektedir. Örneğin Almanya'nın 2012 yılında ürettiği biyodizel miktarı 4968 bin tondur. Dünyanın en büyük biyodizel tesisi Singapur da bulunmaktadır ve Şekil 5' de tesisin fotoğrafı verilmektedir. Yılda 800.000 metrik ton yakıt üretebilmektedir. Neste Oil tarafından işletilen tesis, bitkisel yağlardan ve hayvansal yağlardan biyodizel üretmektedir. Neste Oil şirketi, tesiste üretilen

yakıtın, fosil yakıt bazlı dizele kıyasla, sera gazı emisyonlarında% 40 ila% 80'lik bir düşüş sağladığını iddia ediyor.



Şekil 5. Singapur'daki biyodizel tesisi

Dünya biyoetanol üretimine bakıldığında Amerika ve Brezilya toplam üretimin %85 ini karşılamaktadır. Amerika'nın 2012 yılında ürettiği biyoetanol miktarı 51 milyar ton, bunu 21 milyar ton ile Brezilya, 4,3 milyar ton ile Avrupa Birliği, 2,1 milyar ton ile Çin ve 1,7 milyar ton ile Kanada izlemektedir. Dünya genelinde üretilen biyoetanolün miktarı 85 milyar tondur. Her iki biyoetanol ve biyodizel üretimi Asya'da hızlıca artış göstermektedir. Özellikle Tayland ve Hindistan da bu iki biyoyakıtın üretimi artmaktadır.

Gelişmekte olan ve her geçen gün enerji talebi artan Türkiye, enerji talebinin yaklaşık %72'sini ithal kaynaklardan karşılamaktadır. Bunun yanı sıra, elektrik enerjisinin %70'i çevre kirliliğine yol açan fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Türkiye, toplam ithalatı arasında en fazla parayı, enerji sektöründe kullanılmak üzere fosil yakıtlara, tarım sektöründe ise yağlı tohumlu bitkiler ve türevlerine ödemektedir. Böylece her iki sektör için ödenen paranın değerinin 65 milyar US Dolarına ulaştığı bilinmektedir. Her iki kaleme bu değerde para ödenmesi kabul edilemezse de bunun durdurulması mümkün değildir. Ancak azaltılması söz konusudur. Bunun için de yerel kaynakların yerinde enerji tarımına uygun olan bitkilerle değerlendirilmesi gerekir.

Türkiye'nin biyokütle kaynakları, tarım, orman, organik şehir atıkları ve hayvansal atıklardan oluşmaktadır. Türkiye'nin kullanılabilir biyoenerji

potansiyeli yaklaşık olarak 17 MTEP (milyon ton eşdeğer petrol) olup odun ve orman artıklarından enerji üretim potansiyel yaklaşık 7 MTEP tahmin edilmektedir. Orman artıkları, Türkiye'nin enerji üretiminin yaklaşık 2 MTEP ini karşılama potansiyeline sahiptir. Alternatif enerjiye yönelik talebinin arttığı son yıllarda Türkiye'nin de bu alanda potansiyeli fazladır. Bu potansiyel enerji bitkilerinin yetiştirilmesinden ve gerekse atık fazlalığından ileri gelmektedir. Türkiye'de biyoyakıt çeşitleri olarak biyoetanol, biyogaz ve biyodizel üretimi vardır. Bunlardan biyogaz üretimine destek artmakta ve kurulan tesis sayıları da gittikçe artmaktadır. Biyodizel üretimine ait otomasyonlu ve donanımlı herhangi bir tesis ülkemizde bulunmamaktadır. Biyodizel üretiminin birçoğu merdiven altı veya sanayilerde kaçak bir şekilde üretilmektedir. Biyodizel üretime dair destekler ancak son zamanlarda gündeme getirilmiştir. Biyoetanol üretimi ise Türkiye de mevcut bulunan şeker fabrikalarında yan ürün olarak yapılmaktadır. Ancak bu üretim miktarı kimya ve medikal alanda kullanılacak oranın bile altında bulunduğundan dolayı biyoetanol ihtiyacı ithal edilerek karşılanmaya çalışılmaktadır. Ülkemizde biyoyakıt kullanımı diğer AB ülkelerindeki gibi zorunlu olmamıştır ve doğal olarak fazla gelişme gösterememiştir. Türkiye'de EPDK (Enerji Piyasası Denetleme Kurumu)'nın 2012 yılı faaliyet raporuna göre toplamda biyogazda 22 adet tesis (bu oran 2017'de oldukça artmıştır), biyokütlerde ise 10 adet tesis bulunmaktadır. Bu biyogaz tesislerinden elde edilen toplam elektrik üretimi ise, 41,2 MW'tır. Toplam biyodizel işleme üretim kapasitesi ise 561,217 m³ 'tür. Tablo 4'de tarım, belediye ve sanayi bünyesinde işletilmekte olan biyogaz tesislerinin sayıları ve kapasiteleri hakkında genel bilgiler verilmiştir. Türkiye, 2023 vizyon çalışmasına göre biyokütleden 2000 MW lık güç üretmeyi hedeflemektedir.

Türkiye, biyoetanol üretiminde dünyadaki ilk 10 ülkeden birisidir. Ancak, günümüzdeki üretim potansiyeli biyoetanolün benzin alternatifi veya katkısı olarak kullanılması durumunda var olacak talebi karşılamaktan çok uzaktır. Türkiye'deki yıllık biyoetanol üretim kapasitesi 2006 yılında 60 milyon litre seviyesindedir ve bu üretim tamamıyla Türkiye Şeker Fabrikaları tarafından karşılanmaktadır. Türkiye Şeker Fabrikalarının 2006 yılı sonu itibariyle biyoetanol üretim kapasiteleri Tablo 5'de gösterilmektedir. Türkiye'de 30 a yakın şeker fabrikası bulunmaktadır, bunlardan dört tanesi biyoetanol üretimi yapmaktadır (Tablo 5). Şekil 6'da Konya'da bulunan biyoetanol tesisi verilmektedir. 84 milyon litre/yıl üretim kapasiteli Biyoetanol Tesisi şeker pancar melasından, doğrudan pancardan veya şekerden üretim yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Ülkemizin biyoetanol kurulu kapasitesinin yüzde 56'sına sahip tesis büyük akar-yakıt dağıtım şirketlerine ürün vermektedir.



Şekil 6. Konya'daki biyoetanol üretim tesisi

Tablo 5. Türkiye şeker fabrikalarının biyoetanol kapasiteleri

Türkiye şeker fabrikaları	
Fabrika	Nominal Üretim Kapasitesi (L/gün)
Erzurum	40.000
Eskişehir	65.000
Turhal	45.000
Malatya	40.000
Toplam	190.000
Yıllık Toplam Üretim Kapasitesi	66,5 milyon litre

Türkiye'nin tarımsal nitelikli en büyük biyogaz ve enerji üretim tesisi Aksaray'da bulunmaktadır. Tesis 6,4 MW elektrik enerjisi üretmektedir.



Şekil 7. Aksaray'da bulunan Türkiye'nin en büyük biyogaz tesisi

4. SONUÇLAR, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Şırnak'ta olası biyokütle enerji kaynakları değerlendirildiğinde, arasında tarım endüstrisi artıkları ile odun ve diğer orman ürünlerinin, hayvan yetiştiriciliği sonucunda ortaya çıkan hayvansal atıkların, şehir, ilçe ve köylerdeki evsel katı atıkların, biyokütle kökenli tüm endüstriyel atıkların uygun tekniklerle ve tesislerle alternatif yakıtlara dönüştürülebileceği gerçeği ortaya çıkmaktadır. Bölgede bunun gerçekleştirilmesi halinde, biyoyakıt enerjisinin şehir için gerekli olan, (küçük ölçeklerde de olsa) taşıma yakıtı, elektrik ve gaz şeklinde değerlendirilerek katkı oluşturabilir. Yerli kaynaklardan enerji üretiminin artmasına ve dışa bağımlılığın azaltılmasına katkı sağlanabilir. Tarım ürünleri gıda sektöründe kullanılmak için üretildiğinden bu tür, sebze, meyve ile küçükbaş ve büyükbaş hayvanların biyokütle enerjisinde doğrudan kullanılması oldukça güçtür, bunun yerine bu ürünlerden geriye kalan artık maddelerden biyoyakıt sentezine teşvik edilebilir. Bölge için yapılabilecek en önemli katlı, hayvansal ve bitkisel atıklar ve kentsel organik atıklardan üretilecek olan biyogazdır. Ev tipi veya köy tipi Biyogaz tesislerinin kurulumu oldukça basittir. Bu tür basit tesislerin kurulumuna yönelik projeler yapılarak kırsal halk bilinçlendirilebilir ve biyogaz üretebilecekleri tesisler bu bölgelere yapılabilir. Bu şekilde bölge halkına hem istihdam oluşturulur, hem de bölgenin ihtiyacı olan enerji oranının bir kısmı yerli kaynaklardan sağlanmış olur.

Kaynaklar

- Acaroğlu, M. (2008). *Türkiye'de Biyokütle, Biyoetanol ve Biyomotorin Kaynakları ve Biyoyakıt Enerjisinin Geleceği*. V Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 351-362. 17-19 Aralık, İstanbul.
- Aksoy, L. (2010). Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Biyodizel ve Üretim Prosesleri. *Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Sayı:2, 45-52.
- Alibaş, K. (1994). Biyogaz Üretimi ve Biyogaz Fermantörlerinin Enerji Kayıpları, Tarımsal Mekanizasyon. 15. *Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*. Antalya, ISBN 975-7666-31-9, 668-677.
- Al-Mansour, F. Susic, B. & Pusnik, M. (2014). Challenges and prospects of electricity production from renewable energy sources in Slovenia. *Energy*, (77), 73-81.
- Ar F. (2006). Şeker Sanayi ve Biyoetanol Üretimi, Pankobirlik, internet adresi: www.albiyobir.org.tr/files/img.../e06-1008-Panko-Birlik-FigenAR.pp.
- Atabani, A.E., Silitonga, A.S., Badruddin, I.A., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., & Mekhilef S. (2012). A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. (16) 2070-2093.
- Balat M., Balat, H. & Öz C. (2008). Progress in Bioethanol Processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, 551-573.
- Bilgin, N. (2003). *Biyogaz Nedir?* Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Ankara Araştırma Enstitüsü.
- Borja, R. B. (2017). *Biogas Production*. Rincón, Instituto de la Grasa (CSIC), Seville, Spain.
- Çağlar, A. & Uçar, T. (1981). Türkiye'de Biyogaz Potansiyeli ve Üretim Kinetiği. *Uluslararası Biyogaz Semineri*, Ankara, 290-303.

- Dalgıç, A. C. (2003). *Biyogaz Uygulamaları*. Mühendisliği. Fak. Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep
- Deniz, Y. (1987). *Türkiye’de Biyogaz Potansiyeli Ve Biyogazın Sağlayacağı Yararlar*. Tarım Orman Ve Köy işleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 48.
- Doğan, M. (2000). Enerji Kaynakları Çevre Sorunları Ve Çevre Dostu Alternatif Enerji. *Kaynakları Standart Dergisi*, (39) 468, 28-3610.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu (2011).
- European Commission (2010). *Europe 2020: A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth*. Communication from the Commission. European Commission, Brussels.
- EurObserv’ER. (2014). *The state of renewable energies in Europe*. Report. Paris, EurObserv’ER.
- Eurostat, European Statistics, (2017). <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- Earth Policy Institute. World biodiesel production, Available from: ([http:// www.earth-policy.org/](http://www.earth-policy.org/)); 1991–2012, 13.02.2013 tarihinde erişilmiştir.
- Elektrik İşleri Etüt Dairesi Genel Müdürlüğü, www.eic.gov.tr.
- Hulshoff Pol, L., VanLier, J., & Zeeman, G. (2008). *Biogastechnology. In Europe*. Proceedings of the ‘SemanaEuropea de la EnergíaSostenibleen Andalucía, Nuevas Fuentes Sostenibles, Biogas’ Seville, Spain, 31 January: Agencia Andaluza de la Energía, Seville.
- <https://www.msxlabs.org/forum/kimya/242277-etanol-yakiti-biyoetanol-nedir-nerelerde-kullanilir.html>
- http://www.alternatifpower.com.tr/resimler/2187644_1403534180.pdf
- <http://mebig.marmara.edu.tr/Presentations/BiyogazUretimi.pdf>.
- http://www.eic.gov.tr/eic-web/turkce/YEK/biyoenerji/01-biyogaz/bg_hammadde.html.
- <http://mebig.marmara.edu.tr/Presentations/BiyogazUretimi.pdf>.
- <http://www.eic.gov.tr/yenilenebilir/biyogaz.aspx>.
- <http://ozcanfurkan17.blogspot.com.tr/2015/01/ev-tipi-biyogaz-hakknda-hersey.html>
- <https://www.betalabservices.com/turkce/biyo yakitlar/hakkinda-yakitlar.html>
- International Energy Agency (2016). *Medium-Term Renewable Energy Market Report 2016*. Market Analysis and Forecasts to 2021.
- Karaosmanoğlu, F. (2002). Türkiye için Çevre Dostu-Yenilenebilir Bir Yakıt Adayı: Biyomotori. *Ekojenereasyon Dünyası-Kojenerasyon Dergisi*, Sayı.10, 50-56. ICCI 2002 Özel sayısı, İstanbul,
- Kaygusuz, K. & Türker, M.F. (2002). Biyomas Energy Potential in Turkey. *Renewable Energy*. 26, 661-678.
- Kırımhan, S. (1981). *Organik Atıklarda Biyogaz Üretimi*. Atatürk Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma Enstitüsü, Erzurum.
- Jale GÜLEN, Ç. Ç. (2012). Biyogaz hakkında genel bilgi ve yan ürünlerinin kullanım alanları. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (5) 1, 70-70.
- Lane, J. (2013). *IEA says cellulosic biofuels capacity has tripled since 2010*, International Energy Agency, New Task 39 global report, Biofuels Digest, 5 April 2013, (www.biofuelsdigest.com).
- Lin Y., & Tanaka S. (2006). Etanol Fermentation from Biomass Resource: Current State and Prospect. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 69, 627-642.

- Mao G., Zou, H., Chen G., Du H. & Zuo J. Past (2015). Current and future of biomass energy research: A bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 1823–1833.
- Okay, B., Oktan, P. & Filiz, M. (1983). *Biyogaz Tesisi Kullanma Rehberi*. Türk Hükümeti UNİCEF Ortak Biyogaz Projesi T.C Başbakanlık Devler Planlama Teşkilatı Biyogaz Projesi Yayınları, (5) 74, Ankara.
- Ö.M. (2005). *Hayvan gübresinden biyogaz üretimi*. Ankara, Çevre ve Orman Bakanlığı.
- REN21, Renewables (2016). *Global Status Report, Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, 2016*. <http://www.ren21.net/resources/publications/>.
- Saracoğlu, N. (2002). Yenilenebilir Çevre Dostu Enerji Kaynağı: Enerji Ormancılığı. *Elektrik Mühendisleri Dergisi*, Cilt: 41, Sayı: 412, 39-41, Ankara. İl, Çevre ve Orman Müdürlüğü (2006) Şırnak İli Çevre Durum Raporu.
- Soyupak, S. (1981). Türkiye’de Biyogaz Üretimi İçin İşlem Geliştirme. *Uluslararası Biyogaz Semineri*. 236-254, Ankara.
- Szarka, N., Scholwin, F. Trommler, M., Jacobi, H. F., Eichhorn, M., Ortwein, A. & et al. (2013). A novel role for bioenergy: a flexible, demand-oriented power supply. *Energy*, (61), 18-26.
- Şırnak İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, www.sirnakkulturturizm.com.
- TUİK, www.tuik.gov.tr
- Vasudevan, P.T. & Fu, B. (2010). Environmentally Sustainable Biofuels. *Advances in Biodiesel Research*. Waste Biomass Valorization 35 (5), 421- 430.
- Wagner L. (2015). *Trends from the use of biogas technology in Germany*. Proceedings of the VIV Asia Biogas Conference, Mar 12, Bangkok, Thailand.
- www.enerji.gov.tr
- www.tarim.gov.tr

ŞIRNAK İLİ VE ÇEVRESİ HİDRO ENERJİ POTANSİYELİ

Hasan Bayındır¹

Halis Deviren²

Ferit Akbalık³

ÖZ

Hidroelektrik teknolojileri, bir nehrin, bir akıntının, bir gölün veya başka bir su kütleinin doğal akışını değiştirmek için bir baraj veya yönlendirme yapısı kullanarak güç üretir. Başka bir deyişle, hidroelektrik, hareketli suyun kontrol edilmesi sureti ile üretilen güçtür. Yaygın olarak kullanılan üç hidroelektrik santrali tipi vardır. Bunlar; depolamalı sistemler, nehir tipi sistemler ve pompajlı rezervuarlı sistemlerdir. Fosil yakıt kaynakları açısından bakıldığında ülkemiz fakirdir, fakat elektrik enerjisi üretiminde kullanılmak üzere oldukça hidroelektrik üretme potansiyeline sahiptir. Hidroelektrik üretimi potansiyeli bakımından çok miktarda kaynağa sahip olmasına rağmen, ülkemiz hala bu kaynakları sınırlı olarak değerlendirmektedir. Ancak, son yıllarda dünyada ve ülkemizde hidroelektrik gelişiminde büyük bir artış olmuştur. Ülkemizde hidroelektrik toplam kurulu kapasitesi 2009'dan 2017'ye %52,887 oranında artmış olup, yıllık ortalama %5,87'lik bir büyüme oranına sahiptir. Şırnak ili ve çevresindeki hidroelektrik santral projeleri tamamlandığında, Ilısu Barajı-HES ve diğer projeler 2308,93 MW kapasiteye sahip olacaktır. Ülkemiz genelinde kurulu olan 625 adet hidroelektrik santralin elektrik enerjisi kurulu gücü 27517 MW'ır. Son yıllarda ekolojik denge de gözetilerek birçok ülkede su biriktirmesiz hidroenerji üretiminin yaygınlaştığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Şırnak, Hidroelektrik, Hidroelektrik santraller.

1 Dicle Üniversitesi, Diyarbakır Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, hbayindir@dicle.edu.tr

2 Şırnak Üniversitesi, Şırnak Meslek Yüksekokulu, halisdeviren@sirnak.edu.tr

3 Şırnak Üniversitesi, Şırnak Meslek Yüksekokulu, fakbalik@sirnak.edu.tr

The Hydropower Potential of Şırnak Province and Its Vicinity

ABSTRACT

Hydroelectric technologies generate power by using a dam or diversion structure to change the natural flow of a river, a stream, a lake or other water mass. In other words, hydropower is the power produced by the control of moving water. There are three commonly used types of hydropower plants. These are storage systems, river type systems and pumped reservoir systems. From the point of view of fossil fuel sources, our country is poor, but it has quite a hydroelectric power generation potential to be used in the production of electricity. Despite the fact that hydropower generation has a lot of potential in terms of its potential, our country is still evaluating these resources to a limited extent. However, in recent years there has been a great increase in hydroelectric development in the world and in our country. The total installed capacity of our hydroelectric power plants in our country has increased by 52,887% from 2009 to 2017, with an annual average growth rate of 5.87%. Ilısu Dam-HEPP and other projects will have 2308.93 MW capacities when the hydroelectric power plant projects in Şırnak province and its vicinity are completed. The power of 625 hydroelectric power plants installed in our country is 27517 MW. Considering the ecological balance in recent years, the production of hydropower without water accumulation in many countries seems to be widespread.

Keywords: Renewable Energy, Şırnak, Hydropower, Hydroelectric power plants.

1. GİRİŞ

Dünyadaki nüfusun artması ile beraber gelişen teknoloji, enerji tüketiminin artmasını tetiklemektedir, bu sebepten ötürü enerji ihtiyacı önemli bir konu olmaktadır. Enerji elde etmek için kullanılan fosil yakıtlar, sera etkisine yani yerkürenin sıcaklığının artmasına sebep olan karbondioksit (CO₂) emisyonunun atmosfere salınımına yol açan yakıtlar arasında ilk sırayı almaktadır. Doğaya bu olumsuz etkisi nedeni ile 1994 tarihinde yürürlüğe konulan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve daha sonra 1997 yılında imzalanan, daha özel ve bağlayıcı yükümlülükler içeren Kyoto Protokolü çerçevesinde birçok ülkede fosil yakıtların kullanımının sınırlandırılmasında çok ciddi tedbirler alındığı görülmektedir (Pieprzyk, Kortlüke ve Hilje, 2009). Yaşadığımız dünyada sanayi devrimi ile beraber endüstriyel üretimlerin artmasından dolayı insan kaynaklı sera etkisi daha çok hissedilmeye başlanmıştır. Sera Etkisi; metan (CH₄), CO₂, nitrojen oksit – diazot oksit (N₂O), perfloro karbonlar (PFCs), sülfürhekza florid (SF₆), hidroförür karbonlar (HFCs) gibi emisyonların insan etkisi ile atmosfere salınması ve bu gazların ısıyı absorbe ederek küresel

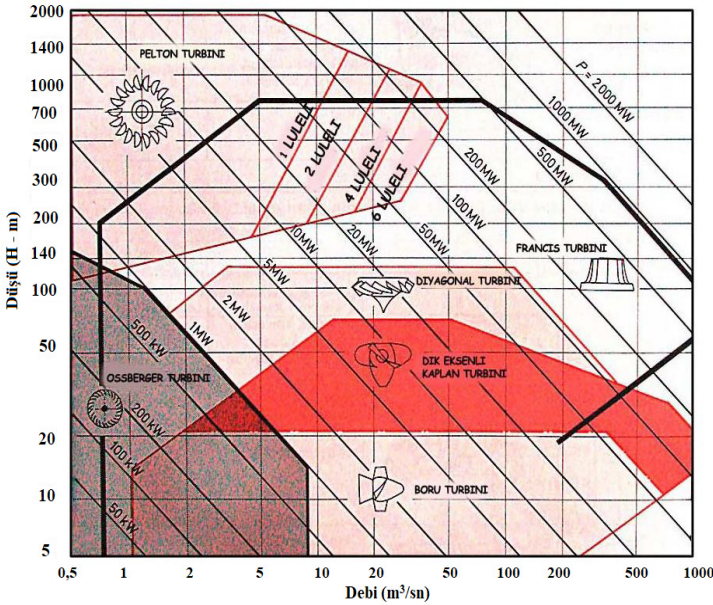
ısınmaya neden olmaları olarak tanımlanabilir (Aura Belgelendirme Doğrulama, 2018). Atmosfere hangi miktarda gazlar salınırsa o miktarda sera gazı oluşacaktır (Chauhana, Kumara ve Gupta, 2017). Küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişiklikleri ile mücadele kapsamında oluşturulan Paris Antlaşması, tüm Dünya ülkeleri tarafından (Suriye ve Nikaragua hariç) imzalanmış ve pek çok ülke tarafından yürürlüğe konularak çalışmalara başlanmıştır. İnsan kaynaklı sera etkisi yaratan bütün ülkelerin katılımının gerçekleştiği bu antlaşmada ülkemiz, 20 Eylül 2015 tarihinde 2030 yılı itibarıyla gerçekleşmesi öngörülen “Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı” (INDC) beyanını %21’e varan artıştan azaltım olarak açıklamıştır (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2018a). Bunun yanı sıra ülkemiz, İktisadi İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) ülkeleri arasında, artan nüfusumuz ve gelişen teknolojimiz ile beraber geçmiş 15 yıllık süre zarfı içerisinde enerji ihtiyacı en fazla artmış olan ülkelerden biri olmuştur. Hızla artan bu enerji ihtiyacı sonucunda petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtları ithal etmek zorunda kaldığından ötürü ülkemiz dışa bağımlı duruma gelmiştir. Ülkemiz, ihtiyaç duyulan enerjinin sadece %26’sını yerli kaynaklarımızdan elde edebilmektedir (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2018b).

Elektriğin elde edilmesinde farklı kaynaklardan yararlanılabilir. Bunların bazıları fosil kökenli yakıtlar olup bazıları sera etkisine neden olmayan doğaya zararsız yenilenebilir enerji kaynağı niteliğindedir. Günümüzde termik santrallerin kullanmış olduğu ve fosil yakıtlar sınıfında yer alan kömür, petrol, doğalgazın yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarından olan hidroelektrik, güneş, rüzgâr, jeotermal ve biokütle gibi kaynaklardan elektrik elde edilebilmektedir. Ayrıca ileri teknoloji ve yüksek kurulum maliyeti gerektiren nükleer santrallerde uranyum, plütonyum gibi büyük atomların parçalanması (fizyon) veya hidrojen gibi küçük atomların birleştirilmesi sonucunda da elektrik elde edilebilmektedir. Kaynakların veya metodoljinin seçiminde maliyet parametresi önemli bir etken olmakla beraber, ülkeler çoğu zaman yerli kaynaklarını değerlendirdikleri ve farklı kaynaklara yöneldikleri görülmektedir. Üretim teknolojileri maliyetinin azalmasıyla ve doğaya daha az zarar vermeleri nedeniyle küresel dünyada hidroelektrik, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim giderek artmakta ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında pek çok avantajından dolayı hidroelektrik enerji daha çok ön plâna çıkmaktadır (Akpınar, Kömürcü, Kankal ve Filiz, 2009). Pek çok enerji kaynağı arasında hidroelektrik enerji santrallerinin daha çok ön plana çıkmalarının nedeni; doğaya az zarar vermeleri, uzun (50-60 yıl) ömürlü olmaları, yerli bir kaynak olmaları, işletme giderlerinin ve risk potansiyellerinin düşük olması vb. nedenler tercih edilme sebeplerindedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018a).

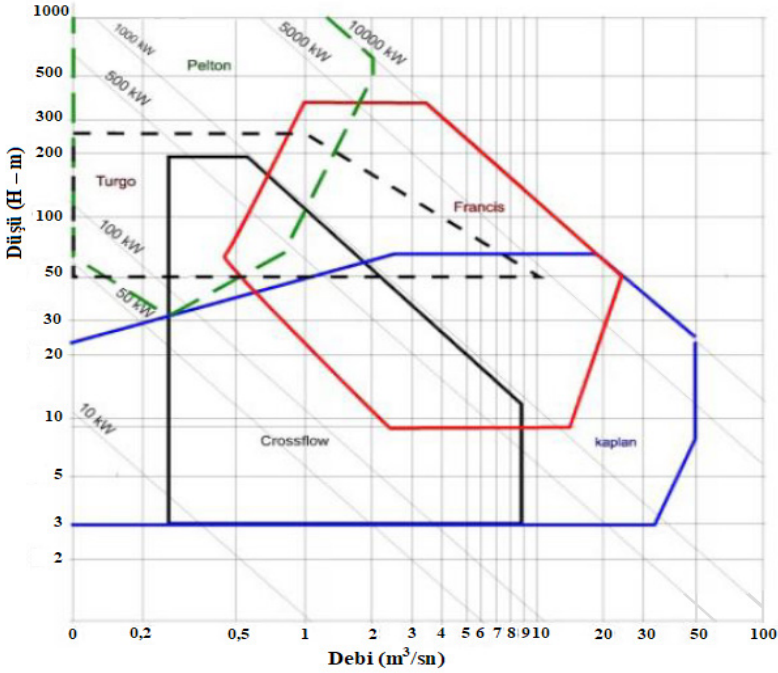
2. HİDROELEKTRİK ENERJİ ve HİDROELEKTRİK SANTRALLER

Güneş enerjisinin sağlamış olduğu hidrolik enerji, hidrolojik çevrimin doğrudan olmayan bir sonucu olarak oluşan yenilenebilir enerji kaynaklarındanır. Güneşin etkisi ile denizlerdeki, göllerdeki veya nehirlerdeki suların buharlaşması sonucu meydana gelen gaz fazındaki su rüzgârın etkisiyle sürüklenir ve atmosferik koşullara göre kar veya yağmur yağışı olarak yeryüzüne düşerek; nehirleri, dereleri ve akarsuları besler. Hidrolik enerjinin elde edildiği su kaynağı böylece kendini sürekli olarak yenilemektedir. Hidroelektrik enerji üretimi ise kendini sürekli yenileyen suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi sonucu üretilmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2011).

Hidroelektrik santraller, akan suyun hareketinden dolayı oluşan kinetik enerjiden elektrik elde etmeyi amaçlayan yapılardır. Suyun akış veya düşüş hızı, hareketli su içindeki enerji miktarını tayin eder. Yüksek debili bir rejimde akan suyun bu debisinden dolayı büyük oranda enerji taşır. Su çok yüksek bir düşüden düşürüldüğünde ve kullanılan türbin çeşidi dikkate alındığında büyük miktarlarda enerji üretimi yapılabilir. Her iki yöntemde de kanal veya cebri borular içine alınan su, türbinlere doğru akışı sağlanarak türbinlerin dönmesini sağlar. Jeneratörlere bağlı olan bu türbinler mekanik enerjiyi, elektrik enerjisine dönüştürürler (Harvey, Mazik, Cowx ve Elliott, 2004). Debi ve düşü değerlerine göre kullanılacak türbin çeşitleri Şekil 1 ve Şekil 2'deki grafiklere göre yapılır.



Şekil 1. Debi ve Düşü Değerlerine Göre Kullanılacak Türbin Çeşitleri (50kW-2000MW) (Tekno Tasarım, 2018).



Şekil 2. Debi ve Düşü Değerlerine Göre Kullanılacak Türbin Çeşitleri (10kW-10MW) (Tekno Tasarım, 2018).

Hidroelektrik sistemlerde debi ve düşü değerlerine göre seçilen türbin çeşitleri yüksek, orta ve alçak düşü türbinleri olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 1’de türbinden elde edilecek güç 50kW-2000MW güç bölgesi için, Şekil 2’de ise türbinden elde edilecek güç 1kW-10MW güç bölgesi için farklı düşü ve debi değerleri için türbin seçim grafikleri verilmiştir.

Hidroelektrik santraller;

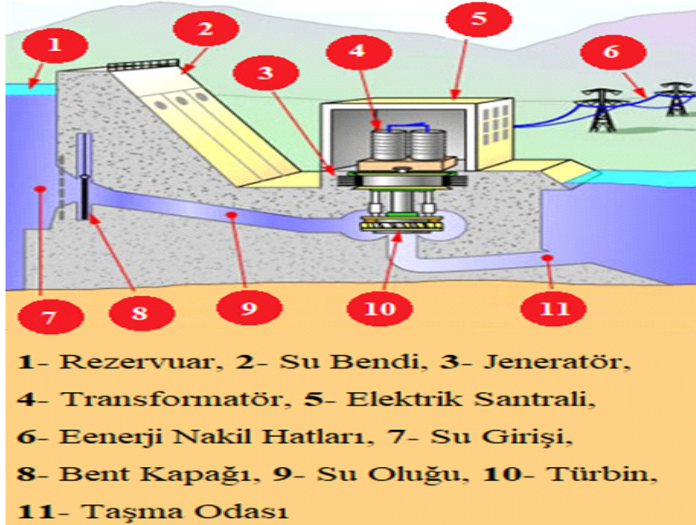
- Hidrolojik çevrim sonucu sürekli olarak yenilenebilir olan sudan elektrik enerjisi elde edilmesi,
- Küresel ısınmanın baş aktörlerinden, sera gazı salınımlarına neden olmamaları,
- Santral ve baraj inşaatlarının milli imkânlar ile yapılabilmesi,
- Elektrik enerjisi üretimi için fosil kökenli yakıtların tüketilmesine ihtiyaç olmaması ve çok uzun ömürlü olmaları,
- Kurulmuş olan santral ve barajın bakım giderlerine çok düşük bütçeler ayrılması,
- Özellikle kurulmuş olduğu bölgelerde yaşayan insanlar için, istihdam oluşturmaları,

- Bilhassa kırsal kesimlerin ekonomik ve sosyal yapısının gelişmesi hususunda önemli katkı sunan, yenilenebilir enerji kaynağıdır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, YEGM, 2018).

Hidroelektrik potansiyelin kullanımı sonucunda enerji üretimini gerçekleştiren santraller en genel haliyle; depolamalı (baraj, göl vs.), depolamasız – doğal akışlı santraller (nehir ve kanal) ve pompajlı rezervuarlı olmak üzere üç grupta sınıflandırılabilir.

2.1. Depolamalı Sistem (Baraj)

Şekil 3'te görüldüğü gibi baraj sisteminde (depolamalı) sistemde suyun önu bir su bendi ile kapatılarak, bu su bendinin arkasında suyun tutulabileceği bir rezervuar oluşturulur. Oluşturulan bu rezervuar sayesinde, yağışlı mevsimde akarsuların veya göletlerin debileri burada depo edilir. Yağışın olmadığı ve kurak mevsimde elektrik enerjisi üretmek için ihtiyaç duyulan su, bu bendin arkasındaki rezervuarda biriktirilmiş olan su hacminden sağlanır. Barajlardaki elektrik üretimi düşü ve debinin çarpımıyla doğru orantılı olmasından ötürü, su bendinin arkasında bent yüksekliğine yakın bir yükseklik (düşü) kazandırılması sureti ile durgun enerjisi artırılmış olur. Barajlar kurulmuş oldukları bölgede, üzerine inşa edildikleri akarsuyun, çok yağışın düştüğü durumlarda taşkın sonucu oluşacak selin önüne geçerek, mal ve can kayıplarının önlenmesi gibi çok önemli bir görevi de vardır (Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2011).



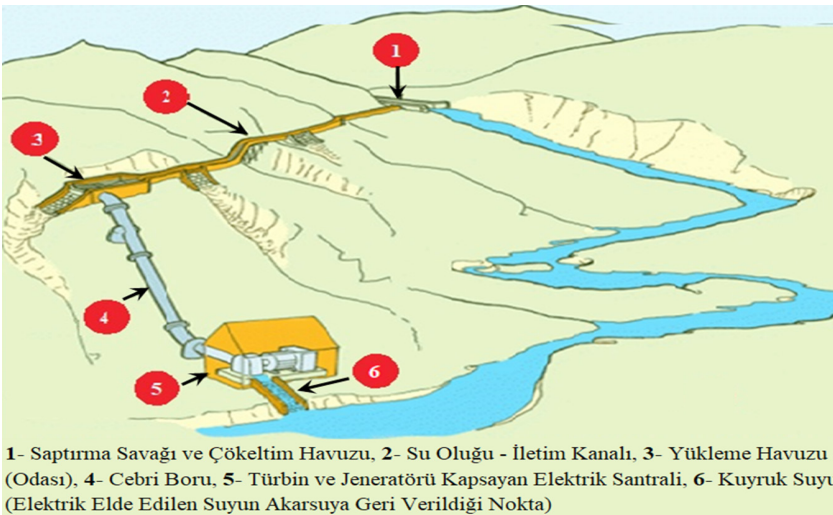
Şekil 3. Depolamalı Tip Hidroelektrik Santralinin Genel Yapısı
(Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

İnşaat sürelerinin çok uzun olması, ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olması, kurulduğu bölgede rezervuar sularının altında verimli tarım arazileri,

yerleşim yerleri, tarihi değeri olan ve kültürel bazı mirasların sular altında kalması bu yapıların sebep olmuş olduğu olumsuzluklardır. Ayrıca, baraj gölü belli aralıklarla kum ve kille dolar, bu kum ve kilin temizlenmesi zor ve pahalı olmasından ötürü barajın işletme ömrünün belli bir süre sonra dolmasına neden olur (Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2011).

2.2. Nehir Tipi (Regülâtör) Sistemler

Adından da anlaşılacağı üzere nehir tipi hidroelektrik santralleri, dere ya da nehirde mevcut olan hareketli suyu kullanarak elektrik enerjisinin üretimini gerçekleştiren santrallerdir. Genelde bu santraller, nehir ve derelerin topografik yapısından istifade ederek suyun potansiyel enerjisinin, yani belli bir yükseklikten düşüşüne bağlı olarak kinetik enerjiye dönüştürülmesini esas alır ve bunun sonucunda elektrik enerjisi üretir. Nehir tipi sistemlerde elektrik enerjisinin üretilmesini sağlayan en önemli iki parametreyi; debi Q (m^3/sn) ve düşü H (m) oluşturmaktadır. Şekil 4'te doğal akış periyoduna bağlı olarak, regülâtör diye isimlendirilen kısımda su kaynaktan alınır, bazı nehir tipi santrallerde bulunmayan çökeltim havuzuna beslenir. İletim kanalı aracılığı ile basınçlı tiplerde yerini denge bacasının almış olduğu yükleme havuzuna su taşınır. Yükleme havuzundan suya düşü sağlaması için kullanılan cebri boru aracılığı ile suyun debisine ve düşü değerine uygun seçilmiş olan tribüne aktarılır ve santral binasında tribünden almış olduğu mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren bir jeneratör vasıtası ile elektrik enerjisi üretilmiş olur. Bu çevrimde kullanılan, düşüsünden ve debisinden yararlanılarak mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren su, kuyruk suyu kanalı vasıtası ile aynı nehre veya farklı bir nehre tahliye edilir (United Nations Industrial Development Organization [UNIDO], 2010).



Şekil 4. Nehir Tipi Hidroelektrik Santralinin Genel Yapısı
(Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).

Şekil 4'ün, 3 numaralı kısmında görüldüğü gibi, yüklenme odasındaki fazla su için bir taşkın savağı bulunur. Fazla miktarda olan suyun hidrolik enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülmeden bu savak aracılığı ile akarsuya geri verilir. Depolamasız sistemlerde (Nehir Tipi), depolamalı sistemlerde olduğu gibi suyun önü kesilmez, sadece bir kısmı Şekil 4'ün, 1 numaralı kısmında görüldüğü gibi bir çökeltim havuzunun içerisine alınır. Mikro ve mini hidroelektrik santraller genellikle Şekil 4'te görülen genel yapı şeklinde inşa edilirler. Su debisi, yüklenme havuzunda günlük yapılan ayarlamalar ile kontrol edilebilmektedir.

Nehir tipii hidroelektrik santralleri enerji üretim tipleri şeklinde sınıflandırıldığı gibi aynı zamanda kurulu güçlerine göre de sınıflandırılabilir. Pek çok ülke tarafından kabul edilen, Birleşmiş Milletler Sanayi ve Kalkınma Organizasyonu UNIDO tarafından belirlenen kurulu güce göre sınıflandırma şu şekildedir;

- 0-100 kW arasında enerji üretim kapasitesine sahip olan santraller; Mikro,
- 101-1000 kW arasında enerji üretim kapasitesine sahip olan santraller; Mini,
- 1001-10000 kW arasında enerji üretim kapasitesine sahip olan santraller; Küçük Hidroelektrik Santraller (KHES) olarak sınıflandırılmaktadır (UNIDO, 2010).

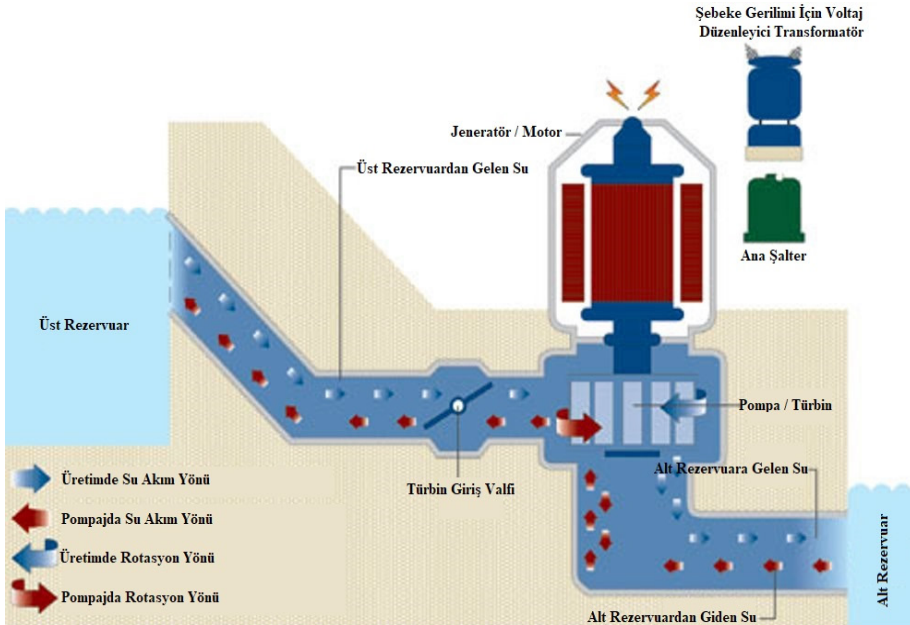
Bu sınıflandırma dışında yoğun enerji tüketiminin gerçekleştirildiği ABD ve Kanada'da, Küçük Hidroelektrik Santraller (KHES) olarak nitelendirilen santrallerin üst sınırı 10 MW yerine 50 MW'a kadar çıkmaktadır. Avrupa ülkelerinin çoğunluğu KHES'lerin üst sınır üretim kapasitesini 10 MW olarak kabul etmektedir ve üretim kapasitesi 10 MW olan santrallerin yenilenebilir enerji elde edilmesi için sağlanan teşviklerden istifade edilmesine olanak tanınmaktadır. AB'ye yeni üye ülkeler olan Polonya KHES için üst sınır üretim kapasitesini 5 MW, Litvanya 2 MW ve Estonya 1 MW olarak kabul etmektedir. Ülkelerin üst sınırı farklı değerler olarak kabul etmesinden ötürü bu sınıflandırma için uluslararası platformda görüş birliği sağlanmamış olduğu sonucuna varılabilir (Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2011).

Nehir Tipi Santraller genel olarak; Hidroelektrik santralin regülatöre bitişik olması ve hidroelektrik santralin mansapta belli bir mesafede olması durumuna göre iki şekilde sınıflandırılabilir. Hidroelektrik santralin regülatöre bitişik olması durumunda, elde edilecek düşünün regülatör yüksekliği ile sınırlı olmasına neden olur. Bu durumda üretilen enerjinin miktarı daha çok akarsuyun debisine bağlı olacaktır. Hidroelektrik santralin mansapta belli bir mesafede olması durumunda ise türbin için gerekli olan yüksek debi, su regülatörden santrale bir isale kanalı ve tünel ile iletildiğinden sağlanabilir. Genellikle kanal yerine bir yüklenme odası ve

tünel yerine bir denge bacası vardır. Yükleme odası veya denge bacasından sonra santrale cebri borular vasıtasıyla su iletildiğinden yüksek düşü ve dolayısıyla yüksek elektrik enerjisi elde edilebilir. Dere yatağındaki doğal yaşamı korumak için ve halk arasında can suyu denilen ve miktarı yönetmelik ile belirlenmiş olan suyu iletim kanalına aktarmadan dere yatağına bırakmak gereklidir. İster kamu kurumu olsun veya özel sektör olsun iletim kanalına aktarmadan, dere yatağına bırakılması gereken can suyu miktarı; doğal yaşamın sürekliliği için mansaba bırakılacak su miktarının, projeye esas alınan son on yıllık ortalama akımın en az %10'u olmalıdır (Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2011).

2.3. Pompajlı Rezervuarlı Sistemler

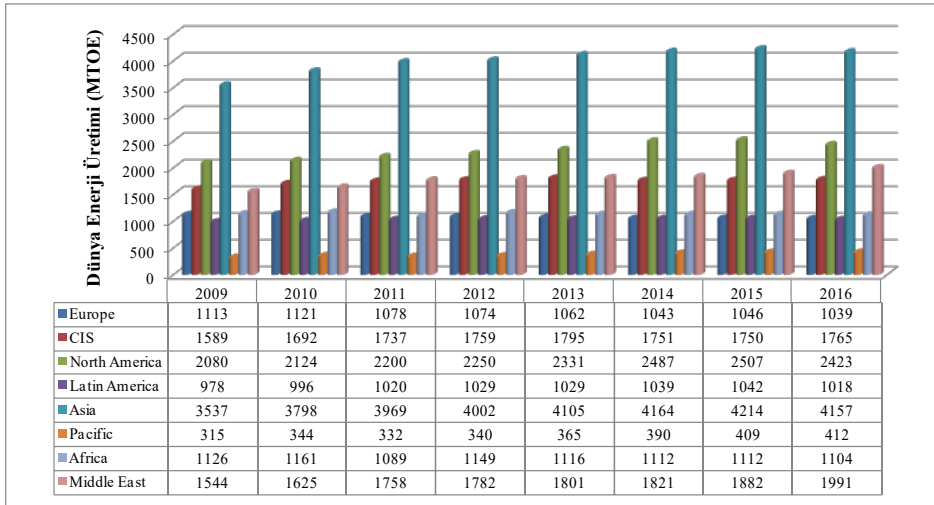
Ülkemizde gündeme gelmemiş olan ancak yakın bir zamanda gündeme gelmesi beklenen bir sistemdir. Hidroelektrik santrallerin bir türü olup, Şekil 5'te görüldüğü gibi enerji talebinin az olduğu zaman dilimlerinde şebekeden almış oldukları elektrik enerjisi ile suyu üst rezervuara pompalarlar. Bu santraller bir ülkenin enerji üretimini artırmazlar, elektriğin depolanabilme gibi bir özelliği olmadığından dolayı elektrik enerjisinin çok kullanıldığı zaman dilimine taşıyarak arz-talep dengesini sağlama amacına yönelik hizmet ederler. Bu tip santraller gelişmiş sanayi ülkelerinde yaklaşık olarak 50 – 55 yıldır elektrik enerjisi üretmektedirler (Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2011).



Şekil 5. Pompajlı Rezervuarlı Sistemlerin Yapısı (Mynydd Gwefru Electric Mountain 2018).

3. DÜNYANIN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ ve HİDROELEKTRİK ENERJİNİN YERİ

Şekil 6'daki grafikte görüldüğü gibi Dünya enerji üretimi, 2009'dan beri ilk kez 2016'da (%-0,4) gerilemiştir. ABD'de enerji elde edilen fosil yakıtların üretimlerinin yavaşlaması ve emtia fiyatlarının düşük seyretmesi nedeniyle toplam enerji üretiminin yükselme trendini düşürmüştür. Aynı zamanda Çin, ekonomisine dekarbonlaşmaya yönelik bir hamlede bulunduğundan ötürü kömür üretiminde gözle görülür bir düşüşe neden olup toplam enerji üretiminin yükselme eğiliminin düşüşe geçmesine önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. İlk defa Çin'in 2016 yılında birincil enerji üretiminde %-2,9 düşüş yaşanmıştır. Avrupa Birliği ülkelerinde enerji üretiminin düşüş eğilimi, petrol ve gaz kaynakları rezervlerinin azalması ve kömür kullanımının sınırlandırılması anlamına gelen iklim politikası nedeniyle hızlanmıştır. Çok miktarda petrol ve doğalgaz ihraç eden ülkeler (Rusya, Suudi Arabistan, İran uluslararası yaptırımların sona ermesinden sonra) ve hızla gelişmekte olan ülkeler (Hindistan ve Türkiye) 2016 yılında enerji üretim miktarının artışına katkıda bulunan başlıca ülkeler olmuştur (Global Energy Statistical Yearbook 2017, 2018a).



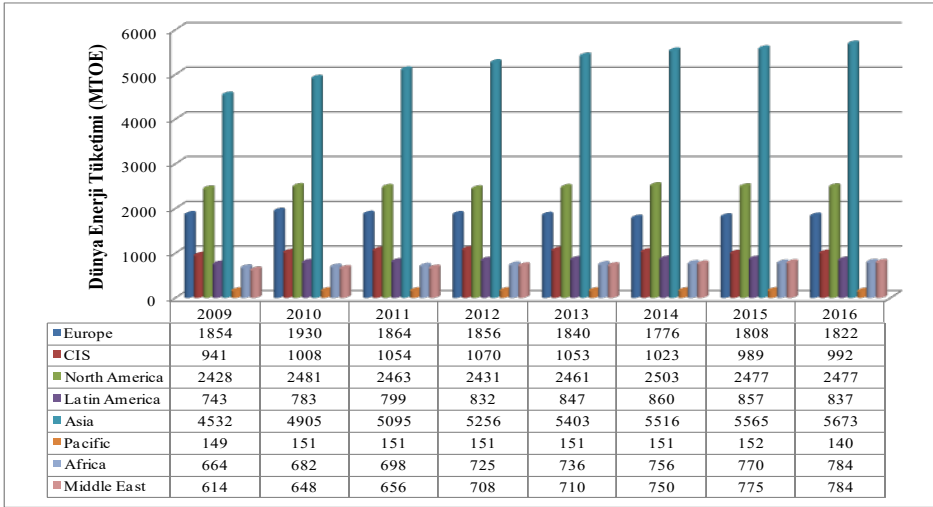
Şekil 6. Dünya Enerji Üretimi (Global Energy Statistical Yearbook 2017, 2018a).

ABD'de 2016 yılında enerji tüketimi, kömür kullanımındaki azalma, petrol ve gaz tüketimindeki artışla dengelenmiştir. Global enerji tüketiminin artmasına neden olan Hindistan'ın, 2016 yılındaki enerji tüketimi %4,6 artmıştır. Ayrıca Türkiye, Endonezya, Malezya ve Güney Kore gibi Asya ülkelerinde de enerji tüketiminde yükseliş eğilimleri kaydedilmiştir. Bu ülkelerin aksine Brezilya, Kolombiya, Meksika gibi Latin Amerika Ülkelerinde bir önceki yıla göre enerji

tüketiminde düşüş yaşandığı kaydedilmiştir (Global Energy Statistical Yearbook 2017, 2018b).

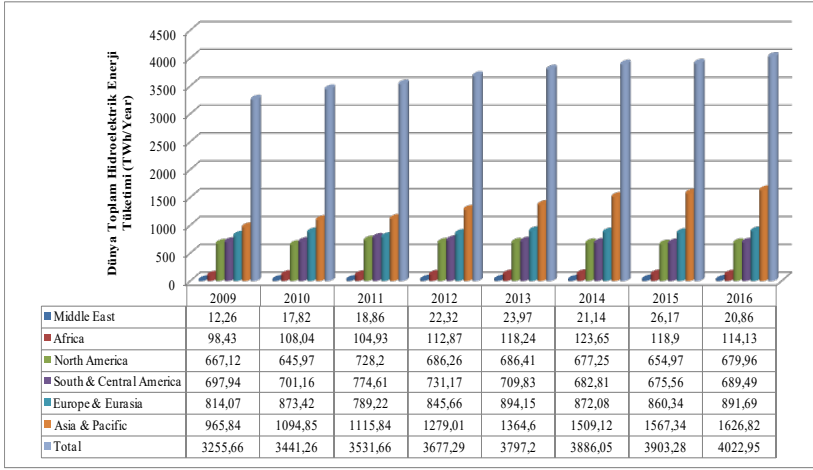
2009'dan bu yana dünyanın en büyük enerji tüketicisi olan Çin, 2016 yılında büyümede ilerleme kaydetmesine rağmen, son üç yıldaki enerji tüketimi, 2000-2013 yılları arasındaki enerji tüketimi trendi ile kıyaslandığında ciddi şekilde yavaşlamıştır. Zayıf ekonomik büyüme, daha az sanayi temelli bir ekonomiye geçiş, güçlü enerji verimliliği kazanımlarının yanı sıra hükümetin ekonomiyi dekarbonize etme isteğinin akabinde ülkede kömür tüketiminin azaldığı kaydedilmiştir (Global Energy Statistical Yearbook 2017, 2018b).

Şekil 7'deki grafikte görüldüğü gibi Avrupa Birliği Ülkeleri istikrarlı yani yıllara göre çok küçük değişiklikler göstererek enerji tüketimine devam etmektedir.



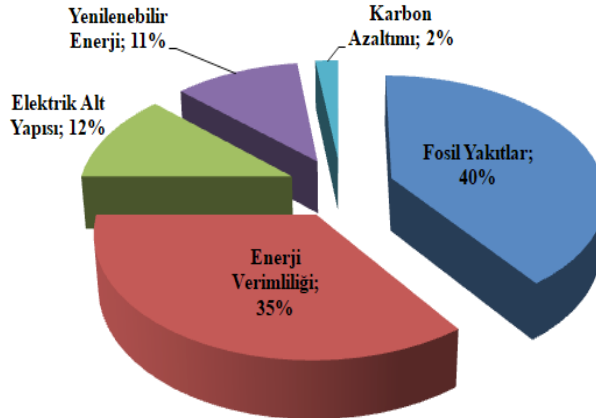
Şekil 7. Dünya Toplam Enerji Tüketimi (Global Energy Statistical Yearbook 2017, 2018b).

Dünyanın yaklaşık olarak $\frac{3}{4}$ 'ü su ile kaplıdır. Su, bütün biyolojik hayatın ve insan faaliyetlerinin gerçekleşmesinde etkin rol oynar. Suyun bu hayati öneminin yanı sıra pek çok ülke ve ülkemiz için de ayrıca bir enerji kaynağıdır. Bugün dünyada pek çok ülke su gücünden faydalanarak enerji üretmekte ve bu ülkeler üretmiş oldukları enerjiyi tüketmektedirler. Şekil 8'deki grafikte görüldüğü gibi 2016 yılı sonu itibari ile bütün dünyada tüketilen hidroelektrik enerjisi miktarı 4022,95 TWh/year olmuştur.



Şekil 8. Dünya Toplam Hidroelektrik Enerji Tüketimi (Our World in Data, 2018).

Çeşitli öngörülere göre, 2040'lı yıllara kadar olan dönemlerde fosil kökenli yakıtların enerji elde edilmesindeki payları kısmen azalacaktır. Ancak buna rağmen enerji elde edilmesinde fosil yakıtlar önemli bir paya sahip olacaktır. Bu senaryolara göre enerji elde edilen birincil enerji kaynakları arasında Nükleer enerji payının artacağı tahmin edilmektedir. Yine aynı senaryoya göre enerji elde edilmesinde rüzgâr, güneş, jeotermal, biomass vb. yenilenebilir enerji kaynaklarının 2040 yılındaki oranının %16,1 olacağı öngörülmektedir. Günümüz enerji politikaları öngörüsünde, global çapta elektrik ihtiyacının 2040 tarihine kadar yıllık bazda ortalama olarak %2,3 olacak şekilde %70-80 oranında artış beklentisi oluşmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları %9,8 büyüme oranları ile en hızlı büyüme miktarına sahip olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarını yıllık ortalama %2,3 büyüme oranı ile nükleer enerji ve bu enerjiyi yıllık ortalama %1,8 ile hidroelektrik enerjisi takip edecektir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018b).



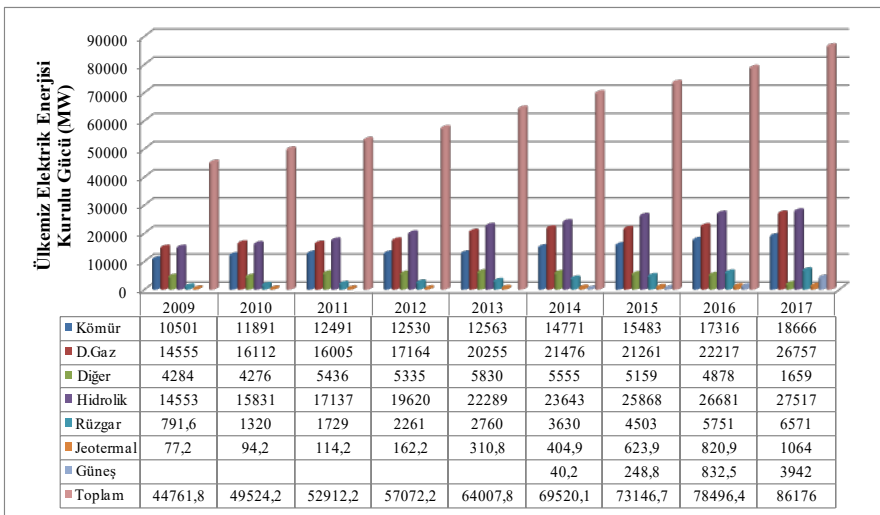
Şekil 9. 2016-2040 Yılları Arasında Yeni Enerji Politikaları Senaryosuna Göre Enerji Arzı Altyapısı için Yatırımlar (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018b).

3.1. Türkiye'nin Enerji Görünümü ve Hidroelektrik Enerjinin Yeri

Şekil 10'daki grafikte verilen ve kaynaklarına göre kurulu güç kapasitemizin toplam enerji üretimindeki oranları şu şekilde analiz edilebilir; 2009 yılında toplam elektrik enerjisi kurulu gücü içerisinde fosil kökenli yakıtların oranı; Kömür %23,46, Doğalgaz %32,517, diğer fosil kökenli yakıtlar %9,57 şeklindedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik enerjisi kurulu gücü içerisindeki oranları; hidrolik %32,512, rüzgâr %1,768 ve jeotermal %0,172 şeklindedir.

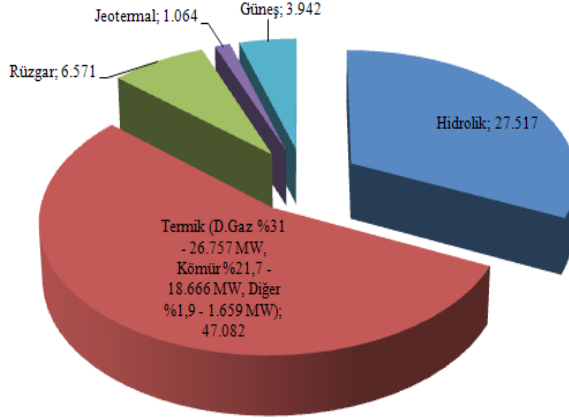
Yenilenebilir enerji kaynaklarına ülkemizin eğilimini görmek için, yine aynı şekilde Şekil 10'daki grafikte verilen ve kaynaklarına göre kurulu güç kapasitemizin toplam enerji üretimindeki oranlarını 2017 yılı için analiz edersek şöyle bir sonuç karşımıza çıkmaktadır. 2017 yılı sonu itibarıyla ülkemiz elektrik enerjisi kurulu gücü içerisinde fosil kökenli yakıtların oranı; kömür %21,66, doğalgaz %31,04, diğer fosil kökenli yakıtlar %1,925 şeklindedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam elektrik enerjisi kurulu gücü içerisindeki oranları; hidrolik %31,931, rüzgâr %7,625, jeotermal %1,234 ve güneş %4,574 şeklindedir. Verilen bu oranlara bakıldığında en büyük artış oranı yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş, rüzgâr ve jeotermaldeki kurulu güç payında gözlenmektedir.

Şekil 10'daki grafikte görüldüğü üzere, ülkemizin 2009 yılında 44761,8 MW olan elektrik enerjisi kurulu gücü 2017 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 1,92 katına çıkarak 86176 MW'a yükselmiştir. 2016 ve 2017 yıllarında işletmeye alınan santraller ile ülkemiz kurulu gücüne 7679,6 MW'lık kapasite eklemiş olup, bir önceki yıla göre yaklaşık olarak %9,78 bir kurulu güç artışı gerçekleştirmiştir.



Şekil 10. Kaynaklarına Göre Kurulu Güç Kapasitemiz (Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2011; T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018b).

DSİ Genel Müdürlüğü 2018 yılı verilerine göre; Şekil 11'deki grafikte ve Tablo 1'de görüldüğü gibi Türkiye'de 28.02.2018 tarihi itibari ile işletmede olan 625 adet hidroelektrik santralin toplam kurulu gücü 27517 MW'dır. Bu değer Ülkemizde kaynaklarına göre kurulu güç kapasitesinin %32'sine denk gelmektedir (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2018).



Şekil 11. Ülkemizin Kaynaklarına Göre Kurulu Güç Kapasitesi (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2018).

Tablo 1'de görüldüğü gibi 2023 yılına kadar ve sonrasında geliştirilecek tüm potansiyel düşünüldüğünde 54991 MW'lık kurulu gücü oluşturan projelerden toplam kapasitesi 40677 MW olan 1726 proje özel sektöre ait olup bunların 14961 MW'lık 558 adedi işletmede, 3395 MW'lık 63 adedi inşaat halinde, 10010 MW'lık 335 adedi etüt – proje durumunda olup geriye kalan kısım ise 2023 yılına kadar ve sonrasında geliştirilebilecek potansiyel durumundadır. İşletme durumunda olup 27517 MW'lık kurulu gücün 12556 MW'ı (%45,629'u) DSİ tarafından geliştirilen ve inşa edilen HES'lerden oluşmaktadır.

Tablo 1. Ülkemizin Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Gelişim Durumu (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2018).

Projelerin Aşaması	İnşa Eden (Kamu / Özel Sektör)	Adet	Kurulu Güç (MW)	Enerji Üretim Potansiyeli (GWh/Yıl)	Üretim Oranı (%)
İŞLETME	DSİ	67	12.556	45.261	25,1
	Diğer (YİD, ÇEAŞ vb.)	75	2.337	8.436	4,7
	Özel Sektör	483	12.624	42.785	23,8
	TOPLAM	625	27.517	96.482	53,6
İNŞAAT	DSİ	2	1.758	5.818	3,2
	Özel Sektör	63	3.395	9.319	5,2
	TOPLAM	65	5.153	15.137	8,4

ETÜT - PROJE	İlan Edilecek	25	950	3.227	1,8
	Özel Sektör	295	8.273	24.514	13,6
	Yatırım Programına Teklif Edilecek	15	787	2.409	1,3
	TOPLAM	335	10.010	30.150	16,7
İŞLETME + İNŞAAT + ETÜT – PROJE POTANSİYELİ		1.025	42.680	141.769	78,7
10 MW Üstü İlan Edilebilecek Projeler		206	5.249	16.965	9,5
2023 YILINA KADAR GELİŞTİRİLECEK POTANSİYEL		1.231	47.929	158.734	88,2
10 MW Altı Geliştirilebilecek Projeler		564	2.386	7.813	4,3
2023 YILI SONRASI GELİŞTİRİLECEK POTANSİYEL		-	4.676	13.453	7,5
TOPLAM POTANSİYEL		1.795	54.991	180.000	100

Şırnak İlindeki Hidroelektrik Enerji Görünümü

Şırnak ili, Türkiye akarsu havzaları haritasında Dicle havzası (26. Akarsu havza bölgesi) içerisinde yer almaktadır. Dicle havzası Şekil 12’deki Türkiye büyük akarsu havzaları haritasında gösterilmiştir.



Şekil 12. Türkiye'nin büyük akarsu havzaları haritası (Nedir.Org, 2018).

Şekil 13'te görüldüğü gibi Şırnak ili kuzeyden güneye ve batıdan doğuya doğru havzalara ayrılmıştır. Şırnak ilinin toprakları 26. Akarsu Havza bölgesi olan Dicle Havzası içerisinde yer almaktadır. İldeki tüm akarsular Dicle Nehrinin kollarını oluşturur. Dicle Nehrinin kollarını oluşturan en önemli akarsular ortalama debisi 8,6 m³/s olan Kızılsu, 18,6 m³/s Hezil ve Habur çaylarıdır. (T.C. Şırnak Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017). Suların debileri mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermek ile beraber Habur Çayının debisi ile ilgili bir bilgiye ulaşılamamıştır.



Şekil 13. Şırnak Akarsu Haritası

(T.C. Şırnak Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017).

Şırnak İlının akarsularını, bu akarsuların toplam uzunluğu, il sınırları içindeki uzunluğu ve debileri Tablo 2’de gösterildiği gibidir.

Tablo 2. Şırnak İlının Akarsuları

(T.C. Şırnak Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017).

Akarsu İsmi	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m ³ /sn)	Kolu Olduğu Akarsu
Dicle Nehri	530	77,5	537,3	Dicle Nehri
Kızılsu	51,5	51,5	8,6	Dicle Nehri
Nerdüş Çayı	61	61	4,9	Dicle Nehri
Hezil Çayı	67,5 + 52,5	48,5	18,6	Dicle Nehri
Habur Çayı	70	70	-	Dicle Nehri

Tablo 4’te görüldüğü gibi Dicle akarsu havzası içerisinde, Şırnak ilinde işletme durumunda olan 1 adet hidroelektrik santrali, planlanmış ve kati projesi hazır 2 adet hidroelektrik santrali, ayrıca ilk etüdü hazır 16 adet hidroelektrik santral bulunmaktadır. Bunların yanı sıra DSİ 10. Bölge Müdürlüğü verilerine göre işletmede olan Silopi Barajı ve İdil Dirsekli Göleti, ayrıca 5 adet inşa halinde olan baraj bulunmaktadır. İşletmedeki ve inşa halinde olan tesislerin durumu ve elektrik üretim kapasiteleri Tablo 3’te görüldüğü gibidir.

Tablo 3. Şırnak İlinde İşletmede ve İnşa Halinde Olan Baraj ve Göletler (T.C. Şırnak Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2017; DSİ 10. Bölge Müdürlüğü 2018).

Baraj	Kapasite (MW)	Kaynak	Aşaması
Silopi Barajı	2,4	Robozik Deresi (Hezil Çayı)	İşletmede
İdil Dirsekli Göleti	Sulama	Saklan Deresi	İşletmede
Uludere Barajı	3,5	Robozik Deresi	İnşa Halinde
Ballı Barajı	3,5	Robozik Deresi	İnşa Halinde
Musatepe Barajı	2	Robozik Deresi	İnşa Halinde
Çetintepe Barajı	2	Robozik Deresi	İnşa Halinde
Kavşaktepe Barajı	5	Robozik Deresi	İnşa Halinde

Tablo 4’te görüldüğü gibi Şırnak ilinde işletmede olan hidroelektrik santralının toplam kurulu gücü 0,7 MW, planlanmış ve inşaatı devam eden hidroelektrik santrallerinin toplam kurulu gücü ise 2308,93 MW’tır. Bu değer in en büyük kesrini Şekil 14’te görüldüğü gibi Dicle nehri üzerinde kurulacak olan ve Mardin İli, Dargeçit İlçesi Ilısu köyü ile Şırnak İli, Güçlükonak İlçesi Koçtepe Köyü sınırları içerisinde bulunan Ilısu Barajı oluşturacaktır.

Ilısu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) Projesi, DSİ tarafından Dicle Nehri’nin su ve toprak kaynaklarının artırılıp daha verimli kullanılması amacı ile 1954 tarihinde başlamıştır. 1971 yılında Devlet Su İşleri ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi kurumlarının gözetiminde, fizibilite raporu hazırlanmış ve nihai proje tasarımı yapılmış olup Türkiye Cumhuriyeti Bakanlar Kurulu’nun, 1997 yılı Kararnamesi ve 2004 yılı Kararname Tadilatı uyarınca 2006 yılında inşasına başlanmıştır. Proje, Türkiye’nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin tarım, hayvancılık, sanayi ve istihdam konularında kalkınmasına katkıda bulunacak olan GAP kapsamında yer almaktadır. Şekil 14’te görüldüğü gibi Ilısu Projesi DSİ Genel Müdürlüğü’nün Dicle Nehri üzerinde yapmayı planladığı veya yapmış olduğu altı baraj projesinden birisidir (Özen, Şekertekin, Marangoz ve Oruç, 2014).



Şekil 14. GAP Bölgesinde Dicle Nehri Üzerindeki Ilısu Barajı ve Diğer Barajlar (Eberlein, Drillisch, Ayboğa, ve Wenidoppler, 2010).

- Ilısu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) dünyanın en büyük su projelerinden olan Güneydoğu Anadolu Projesinin temel elemanlarından biri olma özelliğine sahiptir.
- Ülkemizde Kurulu güç bakımından sıralandığında Atatürk (2400 MW), Karakaya (1800 MW), Keban (1330 MW) barajlarından sonra 1200 MW'lık Kurulu gücü bakımından Türkiye'nin dördüncü büyük barajı olacaktır.
- Ilısu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) projesi, ülkemizde Atatürk Barajından sonra dolgu hacmi bakımından inşaatı tamamlanmamış en büyük ikinci projedir.
- Ilısu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) projesi yılda 4120 GWh (4.12 milyar kWh) elektrik enerjisi üretecektir, bu değer milli ekonomimize yaklaşık olarak 825 milyon TL'lik katkı sağlayacağı gibi ülkemizde üretilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık olarak %5'ine tekabül edecektir.
- Ilısu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) projesi tamamlandıktan sonra, Suriye sınırı yakınında yer alan ve Dicle Nehri üzerine kurulacak olan Cizre Barajı'nın da yapılması mümkün olacaktır (Özen, Şekertekin, Marangoz ve Oruç, 2014).

Tablo 4. Şırnak İli Hidroelektrik Santral Projeleri Listesi (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, 2018). (İşletmede Olan Projeler)

Sıra No	Hidroelektrik Santralin Adı	Akarsu Adı	Amaç	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji (GWh/yıl)	Santralin Bulunduğu Yer				İşl. Açl. Yılı
						İl Trafik Kodu ve Adı	İlçe Adı	Havza No ve Adı	DSİ Bölgesi	
75	Uludere	İnceler Çayı	E	0,70	1	73Şırnak	Uludere	26 Dicle	10 Diyarbakır	1976
6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu Kapsamında Özel Sektör Tarafından Projelendirilip İnşa Edilmesi Planlanan Enerji Projeleri (Kati Projesi Hazır)										
5	Cizre Barajı ve HES	Dicle Nehri	E+S+İ	340,74	1167,28	73Şırnak	Cizre	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
6	Ilısu	Dicle Nehri	E	1200,00	3833	73Şırnak	İdil	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
(İlk Etüdü Hazır)										
47	Silopi Enerji Grubu	Hezil Çayı	E+S	139,80	356	73Şırnak	Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
54	Kızılsu	Kızılsu Çayı	E+S	12,40	43	73Şırnak	Cizre	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
93	Hezil	Hezil Çayı	E + S	55,00	155	73Şırnak	Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
96	Kırkemir		E+S	48,00	172	73Şırnak	Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-

102	Zarova-I	Zarova Çayı	E	5,80	15	73Şırnak Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
103	Zarova-II	Zarova Çayı	E	94,00	230	73Şırnak Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
593	Şırnak Uludere Reg.ve HES	Hezil Çayı	E	20,18	43,95	73Şırnak Uludere	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
639	Meşetepe HES	Habur (Hamam) Çayı	E	78,60	226	73Şırnak Beytüşşebap	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
752	Çağlayan HES	Nerdüş Dere	E	11,08	52,77	73Şırnak Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
789	Şırnak Şenova HES	Hezil Çayı	E	47,00	139,23	73Şırnak Şenova	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
809	Oğlakçı Reg. ve HES	Kızılsu – Şemsu Dere	E	8,42	22,32	73Şırnak Cizre	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
816	Sekerek HES	Hezil Çayı	E	26,88	69,72	73Şırnak Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
907	Yüksekkaya Reg. ve HES	Habur Çayı – Yeşilöz Deresi	E	80,41	204,87	73Şırnak Beytüşşebap	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
1149	Tuğba Reg. ve HES	Hezil Çayı – Hezil Deresi	E	40,49	91,25	73Şırnak Silopi	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
1195	Can Barajı ve HES	Habur (Hamam) Çayı	E	85,00	203,59	73Şırnak Beytüşşebap	26 Dicle	10 Diyarbakır	-
1212	Ilıcak Reg. HES	Hamam Çayı, Kama Deresi	E	14,43	35,685	73Şırnak Beytüşşebap	26 Dicle	10 Diyarbakır	-

TOPLAM 2308,93 7061,665

E: Enerji Üretimi, *S:* Sulama, *İ:* İçme Suyu İhtiyacı

4. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, hidroelektrik santrallerin dünya ölçeğinde durumu, Türkiye'deki gelişimi ve Şırnak ili özelinde gerçekleştirilecek olan hidroelektrik santral projeleri ile Türkiye hidroelektrik santralleri toplam kurulu gücüne olabilecek katkısı incelenmiştir. Hidroelektrik enerjinin kurulu güç kapasitesi ve potansiyelinin yanı sıra enerjinin elde edilme maliyeti bakımından da hidroelektrik enerjinin Tablo 5'te görüldüğü gibi çok iyi durumda olduğu söylenebilir. Elektrik enerjisinin elde edilme fiyatları ve üretimi aşamasında sera gazı salınımları dikkate alındığında hidroelektrik enerjinin daha temiz olması nedeniyle tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmaktadır.

Tablo 5, ABD Enerji Departmanı verilerine ve 2017'nin Yıllık Enerji Görünümü analizlerine binaen, elektrik enerjisinin üretildiği santrallerde yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına göre ABD'de ortalama \$/kW-hr cinsinden karşılaştırılmaları yapılmıştır. Tabloda verilen değerler, herhangi bir devlet veya devlet teşviki içermediği durum olup sadece elektrik üretiminin maliyetidir. Kömürden elde edilen elektrik enerjisinin birim maliyeti, gelecekte devletlerin atmosfere salınan CO₂ emisyonlarına çok yüklü maliyetler getirecek olmasından dolayı iki katına çıkabilir (Renewable Energy Sources, 2018).

Tablo 5. Enerji Kaynaklarının Maliyet Karşılaştırması (Renewable Energy Sources, 2018).

Enerji Santrali	Maliyet (\$/kW-hr)
Kömür	0,11 – 0,12
D.Gaz	0,053 – 0,11
Nükleer	0,096
Rüzgâr	0,044 – 0,20
Güneş PV	0,058
Güneş Termal	0,184
Jeotermal	0,05
Biyokütle	0,098
Hidroelektrik	0,064

Şırnak ilinde planlanmış ve inşaatı devam eden hidroelektrik santraller tamamlandığında toplam kurulu gücü 2309,63 MW olacaktır. Ülkemizde işletmede olan hidroelektrik santrallerin toplam kurulu gücü 2017 yılı sonu itibari ile 27517 MW olarak rapor edilmiştir. Şırnak ilini de kapsayan Ilısu Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) ve Cizre HES projeleri tamamlandığında ülkemizde kurulu olan toplam hidroenerjiye katkısı yaklaşık olarak %8,39 olacaktır.

Şırnak ilinin topografik yapısından dolayı ulaşımı zor olan ve ulusal elektrik ağı sisteminden beslenemeyen kırsal bölgeleri oldukça fazladır. Bu durumda olan yerleşim yerlerinin enerji ihtiyacının karşılanmasında hayata geçirilecek KHES'ler çok önemli rol oynayarak bu bölgelerin sosyoekonomik ve kültürel gelişmelerinin hızlanmasında lokomotif olacaktır. Burada su biriktirmesiz elektrik üretimi yöntemi önem kazanmaktadır.

Şırnak ilinde kurulacak olan hidroelektrik santralleri; derelerde canlı yaşamını tehlikeye atmayacak seviyede can suyunun miktarının belirlenmesi, ilgili fauna, flora, vahşi yaşama ve bölgeye özgü doğa özelliklerine zarar verilmeden bu projelerin gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Can suyunun miktarı yönetmelik ile belirlenmiş olmasına rağmen, 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu kapsamında özel sektör tarafından projelendirilip inşa edildikten sonra, işletilmesi durumunda can suyu miktarı elektrik üretim miktarının düşmesine neden olduğundan, yönetmelikte belirtilen can suyu miktarına dikkat edilmemektedir. Bu tür sebeplerden dolayı ÇED yönetmeliğine uygun raporların hazırlanıp hazırlanmadığına ve bu raporlara uygun olarak işletilip işletilmediğinin tespiti için kontrol ve denetimler, inşa süreçlerinde ve sonrasında sıklaştırılmalıdır.

Dicle nehri üzerinde kurulan GAP projesinin bir parçası ve Türkiye'nin en büyük hidroelektrik projelerinden biri olan Ilısu Baraj gölünün altında kalacak kültürel mirasın kurtarılması, korunması ve gelecek nesillere aktarılması için ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan master rehber projeler eşliğinde

bu kültürel mirasın yok olmayacağı ve nasıl kurtarılacağı hususunda kamuoyunun bilgilendirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Akpınar, A., Kömürcü, M., Kankal, M., & Filiz, H. M. (2009). *Çoruh Havzası'ndaki Küçük Hidroelektrik Santrallerin Durumu*. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, (ss. 249-254) içinde. Diyarbakır.
- Aura Belgelendirme Doğrulama (2018). *Sera Gazı Nedir Sera Gazları Nelerdir Nasıl Oluşur Sera Gazı Etkisi Nedir Sera Gazı Emisyonu Nedir Nasıl azaltılır*. 25 Nisan 2018 tarihinde <http://www.seragazidogrulama.com/sera-gazi-nedir-sera-gazlari-nelerdir-nasil-olusur-sera-gazi-etkisi-nedir-sera-gazi-emisyonu-nedir-nasil-azaltilir> adresinden erişilmiştir.
- Chauhana P. S., Kumara, A. & Gupta, B. (2017). A Review on Thermal Models for Greenhouse Dryers. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75 (2017), 548–558.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (2013). Hidroelektrik Santrali (HES) İnşaatlarında Risk Odaklı Programlı Teftiş. 27 Nisan 2018 tarihinde https://www.csgb.gov.tr/media/6057/2014_70.pdf adresinden erişilmiştir.
- Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2011). *Çevre ve Temiz Enerji (Hidroelektrik)*. 27 Nisan 2018 tarihinde http://www.ybtenerji.com/uploads/9/7/5/9/9759145/cevre_temiz_enerji.pdf adresinden erişilmiştir.
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (2018). *Hidroelektrik Enerji Potansiyelimizin Gelişim Durumu*. 05 Mayıs 2018 tarihinde <http://enerji.dsi.gov.tr/#> adresinden erişilmiştir.
- DSİ 10. Bölge Müdürlüğü – Diyarbakır (2018). *İşletmedeki ve İnşa Halindeki Tesisler*. 05 Mayıs 2018 tarihinde <http://bolge10.dsi.gov.tr/anasayfa> adresinden erişilmiştir.
- Eberlein, C., Drillisch, H., Ayboğa, E. & Wenidoppler, T. (2010). The Ilisu Dam in Turkey and the role of export credit agencies and NGO Networks. *Water Altern.* 3 (2), 291–312.
- Global Energy Statistical Yearbook 2017 (2018a). *Total energy production*. 01 Mayıs 2018 tarihinde <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-energy-production.html> adresinden erişilmiştir.
- Global Energy Statistical Yearbook 2017 (2018b). *Total energy consumption*. 01 Mayıs 2018 tarihinde <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> adresinden erişilmiştir.
- Harvey, J. P., Mazik, K., Cowx, I. G. & Elliott, M. (2004). Water quality, sediment, benthos and fisheries baseline survey: River Don Water Injection Dredging. Report to British Waterways
- Mynydd Gwefru Electric Mountain (2018). *The Principles of Pumped Storage*. 29 Nisan 2018 tarihinde <http://www.electricmountain.co.uk/About-Pumped-Storage> adresinden erişilmiştir.
- Nedir.Org (2018). *Türkiye'deki Akarsu Havzaları Nedir*. 05 Mayıs 2018 tarihinde <http://turkiyedeki-akarsu-havzaları.nedir.org/> adresinden erişilmiştir.
- Our World in Data (2018). *Renewables*. 02 Mayıs 2018 tarihinde <https://ourworldindata.org/renewables#modern-renewable-energy-consumption-by-source> adresinden erişilmiştir.
- Özen, M., Şekertekin, A.İ., Marangoz, A. M. & Oruç, M. (2014). *Uydu Görüntüleri Kullanarak Ilisu Barajı İnşaatının Zamansal Değişiminin İzlenmesi ve Rezervuar Kamulaştırma Sınırı İçerisinde Kalan Detayların Çıkarımı*. Devlet Su İşleri Ilisu Projesi 16. Bölge Müdürlüğü, Mardin.

- Pieprzyk, B., Kortlüke, N. & Hilje, P.R. (2009). *The impact of fossil fuels, greenhouse gas emissions, environmental, consequences and socio-economic effects*, 4 Mayıs 2018 tarihinde <http://www.ebbu.org/EBBpressreleases/ERA%20Study%20Impact%20of%20fossil%20fuels%20final%20report.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Renewable Energy Sources (2018). *Cost Comparison of Energy Sources 2017*. 07 Mayıs 2018 tarihinde <http://www.renewable-energysources.com/> adresinden erişilmiştir.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2018a). *Hidrolik*. 26 Nisan 2018 tarihinde <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik> adresinden erişilmiştir.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2018b). *Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynakları Görünümü*. 02 Mayıs 2018 tarihinde http://www.enerji.gov.tr/Resources/Sites/1/Pages/Sayi_15/mobile/index.html adresinden erişilmiştir.
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, YEGM, (2018). *Hidroelektrik Enerjisi Nedir?* 28 Nisan 2018 tarihinde http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx adresinden erişilmiştir.
- T.C. Şırnak Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (2017). *Şırnak İli 2016 Yılı Çevre Durum Raporu*. 05 Mayıs 2018 tarihinde http://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Sirnak_icdr2016.pdf adresinden erişilmiştir.
- Tekno Tasarım (2018). *Hidroelektrik Enerji ve Türbinler* 28 Nisan 2018 tarihinde https://www.konya.edu.tr/storage/files/department/elektrikelektronikmuhendisligi/Editor/DERS/YElkEnrUrt/Hidroelektrik_Enerji_T%C3%BCrbinleri.pdf adresinden erişilmiştir.
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (2018a). *Paris Anlaşması*. 25 Nisan 2018 tarihinde <http://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> adresinden erişilmiştir.
- Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (2018b). *Türkiye'nin Enerji Profili ve Stratejisi*. 25 Nisan 2018 tarihinde http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa adresinden erişilmiştir.
- UNIDO (United Nations Industrial Development Organization), (2010). *Community power centers: a UNIDO initiative for "Lighting up Kenya"* 24 Mayıs 2010 tarihinde <http://www.unido.org/index.php?id=6552> adresinden erişilmiştir.

ENERJİ ARZI GÜVENLİĞİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ YAKLAŞIMLARI

Nurettin Beşli¹

ÖZ

Enerji arzı güvenliği, enerji kaynaklarına uygun fiyattan, kesintisiz bir şekilde, çevreye zarar vermeden erişilebilirliği ifade etmektedir. Toplumun enerji ihtiyacı artarken erişilebilirliğin sürekliliğini sağlamak için gerekli yatırım planlamasının yapılması ve de anlık ve dönemlik arz talep dengesinin sağlanması enerji arzı güvenliğinin bir parçasıdır. Fosil yakıt kaynaklarının rezervlerindeki azalmaya ve ekonomik politikalara bağlı fiyat kararsızlığı ve kötü çevresel etkileri yüzünden yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim günümüzde çok hızlanmıştır. Güneş enerjisi gibi dünyanın hemen hemen her coğrafyasında ulaşılabilen kaynaklar enerji arzı güvenliği açısından büyük rol oynayabilir. AB'nin toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerji oranı hedefi 2030 yılında %25 ve 2050 yılında %50 civarındadır. Yenilenebilir Enerji kullanım oranının artışıyla Enerji Arzı güvenliğinin temel unsurları olan çevresel faydaların yanında fiyat kararlılığı ve ulaşılabilirlik sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Enerji Arz güvenliği, Arz-talep dengesi.

Renewable Energy Approaches in Energy Supply Security

ABSTRACT

Energy supply security refers to accessibility to energy resources at an affordable price without interruption and damaging environment. While the energy need of the society is increasing, it is a part of Energy Supply Security to make the necessary investment planning in order to ensure the continuity of accessibility and to provide instant and seasonal demand-supply balancing. Because of the price uncertainty caused by the decline in fossil fuel reserves and economic policies, and the harmful effects on environment, the use of renewable energy sources is rapidly increasing. Resources that can be accessed in almost every geography of the world, such as solar energy, can play a major role in terms of energy supply security. The target for renewable energy in the total

¹ Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Şanlıurfa, nbesli@harran.edu.tr

energy consumption of the EU is 25% in 2030 and 50% in 2050. In addition to the environmental benefits, price stability and accessibility which are the pillars of Energy Supply Security will be achieved through the increase in the use of renewable energy.

Keywords: Energy, Energy Supply Safety, Supply-Demand Balance.

1. GİRİŞ

Sanayi toplumunun oluşmasından itibaren insanların enerjiye olan ihtiyacı sürekli artış göstermiş ve hatta kişi başı enerji tüketim miktarı gelişmişliğin bir ölçütü olmuştur. Ülkeler rekabetçi bir ortamda enerji kaynaklarına erişmek ve sahip olmak için ulusal stratejiler geliştirmekte ve pek çok mücadeleye girmektedir. Temel enerji kaynakları olan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar sınırlı miktarda olup belirli bölgelerde yoğunlaşmakta ve çevresel zararlı etkileri bulunmaktadır. Enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için pek çok ülkenin ithalat yapması gerekmekte ve uluslararası ekonomik politikaların etkisi altında fiyat kararsızlığı enerji ulaşımına sekte vurmaktadır (PEKER, 2015). İkinci dünya savaşı sonrası özellikle OECD-(Organisation for Economic Cooperation and Development) ülkelerinde petrol kaynaklı ekonomi çok hızlı büyüdü (IAE, 2014). 1970'ler başlarında endüstriyel enerji tüketiminin üçte biri ve elektrik üretiminin çeyreği petrol kaynaklıydı. 1973 yılında Arab-İsrail savaşıyla birlikte OPEC-(Organization of the Petroleum Exporting Countries) üyesi Ortadoğu ülkeleri petrol üretimini azaltarak ambargo uyguladı. Bu olay dünya çapında ekonomik krize sebep oldu. Krizle birlikte enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi önem kazandı. Uluslararası stratejiler geliştirilmeye başlandı. Bunlardan biri 1974 yılında kurulan Uluslararası Enerji Ajansıdır(IEA-International Energy Agency). IEA üye ülkelere temel iki görev vermektedir: a) 90 günlük ithalat kapasitesi petrolü depolamak b) Kriz Durumu yönetimine katkı sunmak(Talep azaltma, enerji kaynağı değiştirme vb.). Bu şekilde enerji kaynaklarına erişim ve fiyat düzenlemesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Avrupa ve Amerika en büyük yakıt ithalatçıları olarak enerjiye erişiminin kolaylaştırılmasının yanında enerji ihtiyacının azaltılması ve sınırlandırılması içinde çalışmalar yapmaktadır. Bu amaçla, enerji verimliliği konusunda araştırmaları desteklemiş, yasal standartlar oluşturmuş ve uygulamalarda mali destek vermişlerdir. Ev eşyalarından, arabalara, binalara kadar enerji verimli imalat yapılması sağlanmıştır.

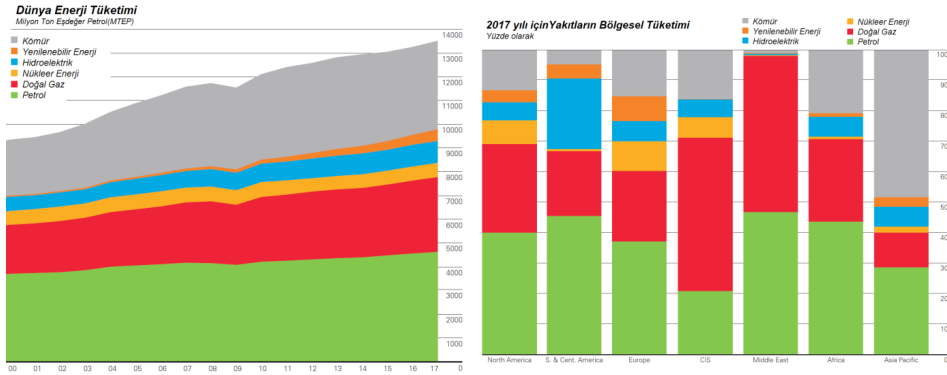
Enerji tüketiminin %50 ye yakını endüstri tarafında gerçekleşmekte olup gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyaç artışı OECD ülkelerine göre daha hızlı olmaktadır. OECD ülkelerinde enerji verimliliği uygulamalarıyla ihtiyaç azaltılırken karbon salımı açısından daha temiz olan doğal gaz gibi kaynaklar tercih edilmektedir. Buna karşılık az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere çevresel açıdan zararlı olan kömür tüketimi artmaktadır.

Kaynak çeşitlendirme ve ithalata bağımlılığı azaltma adına yenilenebilir enerji kaynakları büyük önem göstermektedir. Ülkelerin su kaynaklarına bağlı olarak en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı hidroelektrik santrallerdir. Bunun yanında jeotermal, biokütle, biyogaz, güneş ve rüzgâr enerji santralleri de bulunmaktadır. Fosil yakıt rezervleri belirli bölgelerde sınırlı kalırken özellikle güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi her bölgede az-çok belli oranlarda elde edilebilmekte ve tükenmemektedir. Güneş enerji teknoloji maliyetlerinin düşmesiyle Güneş Enerji Santral kurulumları hızla artmaktadır. Son yıllarda Çin ve Hindistan'da büyük yatırımlar gerçekleştirildi.

Bu çalışmada, öncelikle dünya enerji durumu, üretim ve tüketim dengesi sunulacak, Enerji Arz Güvenliği bileşenleri ve yöntemleri incelenecek ve sonraki kısımda yenilenebilir enerji kaynaklarının Enerji Arz Güvenliğine sağlayacağı imkânlar tartışılacaktır.

2. ENERJİ ÜRETİM-TÜKETİM DENGESİ

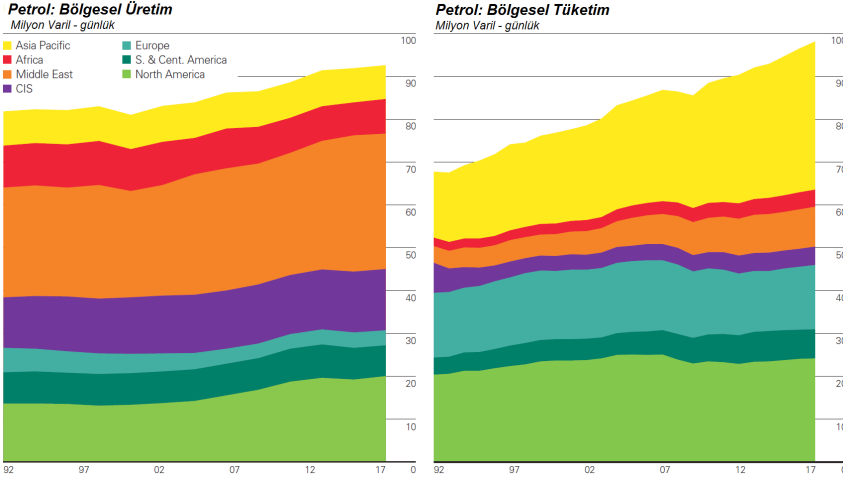
Enerji ihtiyacı farklı formlarda insanlığın temel hayat ihtiyacı olarak her dönemde karşımıza çıkmaktadır. Eski çağlarda ısınma, aydınlatma ve madenlere şekil vermede kullanılırken modern çağda hayatımızın her noktasına girmiştir. Ulaşım, konut ve binalarda, endüstride ve elektrik üretiminde farklı enerji kaynakları kullanılmaktadır. Şekil 1.a'da Dünya Birincil Enerji Tüketiminin kaynak bazlı dağılımını yıllara göre görmekteyiz. Enerji üretiminde kullanılan ilk üç kaynak fosil tabanlı kaynaklar olan Petrol, kömür ve doğalgazdır. Bunlardaki artış günümüze kadar devam etmektedir (DIŞKAYA, Eylül 2017).



**Şekil 1. a) Dünya Birincil Enerji Tüketiminin Kaynak Bazlı Dağılımı
b) 2017 yılı Yakıtların Bölgesel Tüketim Oranı (BP, 2018)**

Bölgesel enerji tüketiminde kullanılan kaynak türlerinin yüzdelik oranları Şekil 1.b. de verilmiştir. Eski Sovyet Birliği ülkelerinden oluşan Bağımsız Ülkeler Birliği ve Asya Pasifik bölgesi hariç diğer bölgelerde petrol birinci enerji kaynağı olmaktadır. Asya Pasifik bölgesinde ise kömür kullanım oranı birinci olup Afrika bu sıralamada ikincidir. Özellikle Çin'de sanayinin gelişimiyle son

on yılda kömür tüketimi çok hızlı artmıştır. Aynı zamanda Hindistan’da da kömür tüketimi artmaktadır. Bu noktada çevresel sorunlar öne çıkmakla beraber kömür bu bölgeye göre yereldir.

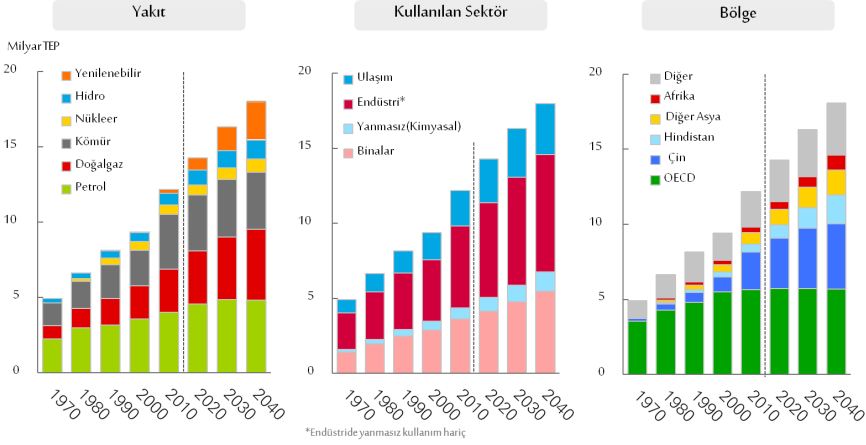


Şekil 2. Bölgesel Petrol Üretim ve Tüketimi (BP, 2018)

Enerji kaynaklarına kolay erişimin olabilmesi için tüketim ve üretiminin aynı bölgede olması önemlidir. Şekil 1’den de görüldüğü gibi bir çok bölgenin en büyük tüketilen enerji kaynağı petroldür. 2017 yılı için dünya petrol tüketim artışı ortalama 1,7 Milyon varil-günlük olup son 10 yıllık 1,1 Milyon Varil-günlük büyüme ortalamasının üstündedir. Çin’in 500.000 varil-günlük ve Amerika’nın 190.000 varil-günlük ortalama artışı bu oranda ki en büyük paya sahiptir. Şekil 2’de petrolün bölgesel üretim ve tüketim grafiği verilmiştir. Bu grafikten tüketim ile üretim arasında ki farka bakıldığında en büyük farkın Avrupa bölgesinde olduğu görülmektedir. Bu yüzden Avrupa ülkelerinde enerji verimli teknolojiler, yenilenebilir enerji kaynaklı santral kurulumları ve enerji kaynaklarında çeşitlendirme çalışmaları stratejik planlamalar çerçevesinde devam etmektedir.

Gelecekte ki enerji ihtiyacı ve enerji kaynaklarının belirlenmesi alt yapı yatırımlarının doğru yönlendirilmesi ve enerji güvenliğinin sağlanması açısından önemlidir. Şekil 3’de 2040 yılına kadar olacak Dünya enerji tüketimi, kaynak kullanımı, sektörel kullanım ve bölgesel tüketim tahminleri verilmektedir. Grafiklere baktığımızda, enerji ihtiyacının doğrusal şekilde arttığını, global ölçekte petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtlarının tüketiminin 2030’dan sonra sabitleştiğini, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının hızla arttığını görüyoruz. Enerjinin kullanıldığı sektörler açısından bakıldığında endüstri ve binalarda artışın devam ettiği fakat ulaşımda sabit kaldığını görüyoruz. Ulaşım araçlarında geliştirilecek teknolojilerle verimliliğin artırılacağı ve tüketimin azaltılacağı öngörülmektedir. Bölgesel enerji tüketimine bakıldığında ise

OECD ülkelerinde enerji verimliliği teknolojilerinin geliştirilmesiyle tüketim sabitlenirken Çin ve Hindistan'ın yanı sıra az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde enerji ihtiyacı artmaktadır.



Şekil 3. Dünya Enerji Tüketimi a) Yakıt Kaynağına göre b) Kullanılan Sektör c) Bölgesel (BP, 2018)

3. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

Günümüz dünyasında enerjiye erişim insan onuruna yakışır bir yaşantının temel ögesi olmaktadır. Hayatın her noktasında enerji farklı formlarda kullanılmaktadır. Ülkeler gerekli enerjiyi sağlayabilmek için yerelde enerji kaynaklarına erişimi sağlayacak araştırma ve altyapı çalışmalarını gerçekleştirir ve gerekli durumlarda uluslararası antlaşmalar yapar. (Gürson, 2014) Enerjinin sürdürülebilir şekilde kesintisiz ve uygun fiyattan erişilebilir olmasının yanı sıra çevresel zararlarının azaltıldığı veya olmadığı durum Enerji arz güvenliği olarak tanımlanır (IEA, 2017). Enerji arz güvenliğinin temel unsurları Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Enerji Arz Güvenliği temel unsurları (IAE, 2014)

Erişebilirlik: Enerjinin erişilebilir olması; ihtiyaç duyulan enerji kaynak rezervlerine ulaşabilir olmaktır. Sahip olunan ve ihtiyaç duyulan kaynaklara erişebilecek yöntem ve sistemlerin var olmasıdır. Gerekli enerji kaynaklarını çeşitlendirerek ve yerel rezervleri arttırarak erişilebilirlik yükseltilebilir.

Uygun Fiyat: Enerjinin erişilebilir olmasına rekabetçi ortamda tüketicilerin ödeyebileceği fiyatın eklenmesiyle oluşan ekonomik durumdur. Yeterli enerji arzının sağlanması fiyat istikrarını sağlayacak en önemli unsurdur. Yapılacak stratejik ortaklıklar ve anlaşmalarla fiyat iyileştirmeleri elde edilebilir.

Güvenlik: Enerjinin erişilebilir olmasının yanı sıra ihtiyaç duyulan noktaya kesintisiz ve güvenli şekilde iletilmesidir. Enerji dağıtımının sürekliliğini sağlayacak alt yapının yeterli ve yedekli olması gerekmektedir.

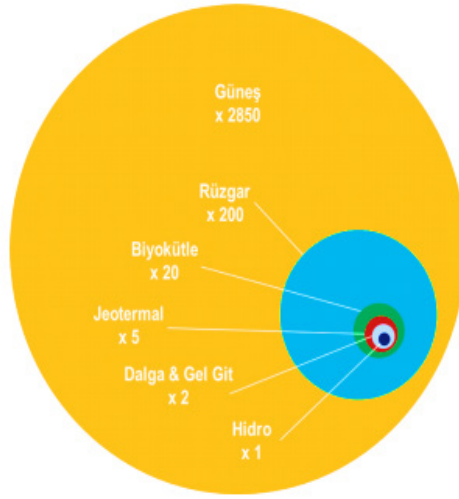
Çevre Duyarlı: Sürdürülebilir enerji kaynağı yaşam alanlarını bozmadan ve tükenmeden var olan kaynaklar olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları karbon salımı olmadan görünür gelecekte varlığını devam ettiren kaynaklar olup gelişmiş ülkelerde geleceğin enerji kaynağı olarak görülmektedir. Bunun yanında kısa zamanda karbon salımı az olan kaynaklara yöneliş vardır. Örneğin OECD ülkelerinde kömür kullanımı artmazken doğalgaz kullanımı hızla artmaktadır.

Enerji Arz Güvenliği ülkelerde toplam refahını arttırırken dış olaylardan etkilenmeyi azaltacak yöntem ve stratejilerin geliştirilmesini sağlayacaktır. Enerji arz güvenliği stratejilerinin sahip olması gerekli hedefler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Enerji arzı talebi karşılayabilmeli,
- Enerji verimliliğini arttırmalı,
- Enerji bileşimini en uygun hale getirmeli,
- Enerji arzı kaynakları çeşitlendirilmeli,
- Enerji altyapısı gelişimine yatırım yapılmalı,
- Yenilenebilir enerji kaynak kullanımı arttırılmalı,
- Ar-Ge vasıtasıyla, yenilik ve rekabet desteklenmeli,
- Enerjide fiyat kararlılığını sağlamalı,
- Uygun Enerji yönetimi olmalı (Balat, 2010).

4. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

Yenilenebilir Enerji, doğada bulunan ve kullanıldığında tükenmeyen enerjidir. Başka bir deyişle bu kaynakların kullanılmasıyla harcanan enerjiden daha fazlası doğal olarak belli zaman içinde yeniden üretilmektedir. Bu kaynaklardan en bilinenleri güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerji, biokütle enerjisi ve dalga enerjisi olarak sıralanabilir.

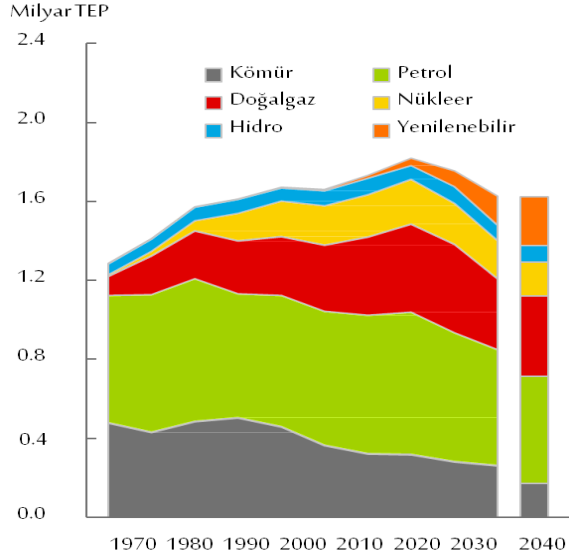


Şekil 5. Yenilenebilir Enerji Potansiyeli (WBGU, 2008)

Küresel Değişimde Alman Danışma Konseyi tarafından hazırlanan raporda farklı yenilenebilir enerji kaynak potansiyellerinin dünyadaki enerji tüketimiyle ilişkileri verilmiştir (WBGU, 2008). Şekil 5'den görüldüğü gibi en yüksek potansiyele sahip güneş enerjisi potansiyeli dünyadaki enerji tüketiminin 2850 katı ve Rüzgâr enerjisi potansiyeli 200 katı olarak değerlendirilmektedir.

Güneş enerjisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak hemen hemen dünyanın her yerinde erişimi olan bir kaynaktır. Ayrıca, güneş enerji sistem maliyetlerinin sürekli azalması bu sistemleri arz güvenliği açısından çok önemli bir noktaya getirmiştir. Avrupa Birliği en yüksek petrol ithalatçısı olarak Yenilenebilir Enerji kullanımını arttırmak için belirlemiş olduğu hedefler bulunmaktadır. Başlangıçta 2020 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynak kullanımının toplam enerjide en az %20 olmasını ve ayrıca ulaşımda kullanılan yakıtların %10'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesini hedeflemiştir. Yenilenebilir enerji kaynak kullanımında beklenenin üstünde artış olmasından dolayı 2030 hedef olarak toplam enerjinin en az %27'si yenilenebilir enerji kaynaklı olmalı şeklinde revize edilmiştir (World Energy Council, 2016).

Şekil 6'da gelecek 20 yıl içinde Avrupa için tahmin edilen enerji tüketimi görülmektedir. Kömür, petrol ve doğalgaz tüketiminde azalma olmaktadır ve yenilenebilir enerji kaynak kullanımında artış olmaktadır. Yenilenebilir enerji yerelde üretilebilmekte ve dışa bağımlılığı azaltmaktadır. Enerji arz güvenliğine destek sağlamaktadır.



Şekil 6. Avrupa Birincil Enerji Tüketiminin Kaynak Bazlı Dağılımı (BP, 2018)

5. SONUÇ

Enerji Arzı Güvenliğinin bir tanımına göre yeterli miktardaki kaliteli ve temiz enerjinin, uygun fiyatlarla ve kesintisiz olarak temin edilmesidir (Ediger, 2007). Bu durumda yenilenebilir enerji kaynakları yerelde üretim gerçekleştiren, çevreye duyarlı, sürekliliği olan ve maliyeti neredeyse sıfır olan ham madde ile üretilen uygun fiyat kararlılığına destek olabilecek bir enerji kaynağıdır. Bu özellikleriyle enerji arz güvenliğini arttıran bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kadar enerji verimliliğini arttırıcı araştırma ve geliştirme çalışmaları da önemlidir. Teknolojinin gelişmesini ve verimli uygulamaların gerçekleşmesini desteklemek enerji arz güvenliğinde yeni imkanlar sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Balat, M. (2010). Security of Energy Supply in Turkey: Challenges and Solutions. Energy Conversion and Management , 51, .
- BP. (2018). BP Statistical Review of World Energy.
- Danish Energy Agency. (2018). Denmark's Energy and Climate Outlook 2018.
- DIŞKAYA, S. K. (Eylül 2017). Türkiye'nin Enerji Güvenliğinde Yenilenebilir Enerji Etkisinin. Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi , Cilt 5, Sayı 2.
- Ediger, V. (2007). Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki. SAREM Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu. , Ankara.
- Gürson, P. T. (2014). Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Enerji Arz Güvenliği. INTERNATIONAL CONFERENCE ON EURASIAN ECONOMIES.

- IAE. (2014). Energy Supply Security, Emergency Response of IEA Countries 2014. <https://webstore.iea.org/energy-supply-security-the-emergency-response-of-iea-countries-2014>
Erişim Tarihi:01.05.2018.
- IEA. (2017). World Energy Outlook 2017. Paris: OECD Publishing <https://doi.org/10.1787/weo-2017-en>.
- PEKER, H. S. (2015). Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği ve Ölçülmesi: Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği Endeksine Yönelik Bir Uygulama. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , Cilt 5, Sayı 2, ss.763-783.
- WBGU. (2008). German Advisory Council on Global Change.
- World Energy Council. (2016). Energy Resources. <https://www.worldenergy.org/data/resources/>.

BİYOKÜTLEDEN ELDE EDİLEBİLİNEN BİYOENERJİ TÜREVLERİ: BİYOGAZ, BİYODİZEL, BİYOETANOL VE BİYOHİDROJEN

Deniz Uçar¹

ÖZ

Biyoenjerji, organik maddelerin (biyokütlenin) yapısındaki kimyasal bağ enerjisinin kullanılması ile mikroorganizmalar tarafından üretilen yenilenebilir bir enerji türüdür. Kullanımı insanlık tarihinde çok eskilere dayanmakla birlikte geniş bir üretim potansiyeline sahiptir. Yaygın bilinen biyoenjerji formları biyometan, biyohidrojen, biyodizel ve biyoetanol olup çeşitli biyokimyasal süreçler ile üretilmektedirler. Bu enerji formlarının kullanılmasının bir dizi avantajı olup en önemlisi çevre dostu yakıtlar olmalarıdır. Biyoenjerji formları atmosferdeki CO₂'in kullanılması ile üretilen biyokütleden elde edildiği için küresel ısınmaya fosil yakıtlarına nazaran çok daha az katkıda bulunurlar. Bu çalışmada sayılan bu biyoenjerji formlarının oluşum süreçleri, kullanılan organik atıklar ve avantaj ve dezavantajlarına değinilmiştir. Ayrıca her bir enerji formu için dünyadan örnekler verilerek ülkemiz için takip edilebilecek modeller sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Biyokütle, Biyoenjerji, Küresel ısınma.

Bioenergy Derivatives Obtained from Biomass: Biogas, Biodiesel, Bioethanol and Biohydrogen

ABSTRACT

Bioenergy is a renewable energy produced by microorganisms by the use of chemical bond energy in the structure of organic matter (biomass). Its use has a wide production potential with a long history in human history. Commonly known forms of bioenergy are biomethane, biohydrogen, biodiesel and bioethanol and are produced by various biochemical processes. The use of these energy forms has a number of advantages, and most importantly they are environmentally friendly fuels. Since bioenergy forms are obtained from biomass produced by the use of

1 Harran Üniversitesi, Osmanbey Kampüsü, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Haliliye/Şanlıurfa, deniz@denizucar.com

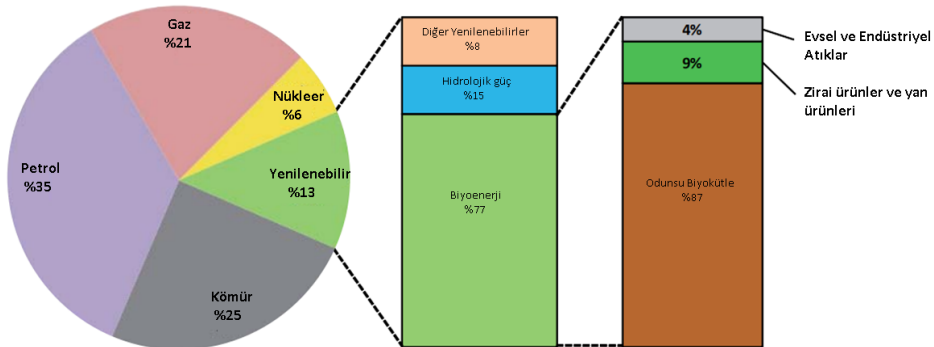
CO₂ in the atmosphere, global warming contributes much less than that of fossil fuels. The formation processes of these bioenergy forms, organic wastes used, and their advantages and disadvantages are mentioned in this study. In addition, for each energy form, global examples are given, and models are presented which could be followed for our country.

Keywords: Renewable energy, Biomass, Bioenergy, Global warming.

1. GİRİŞ

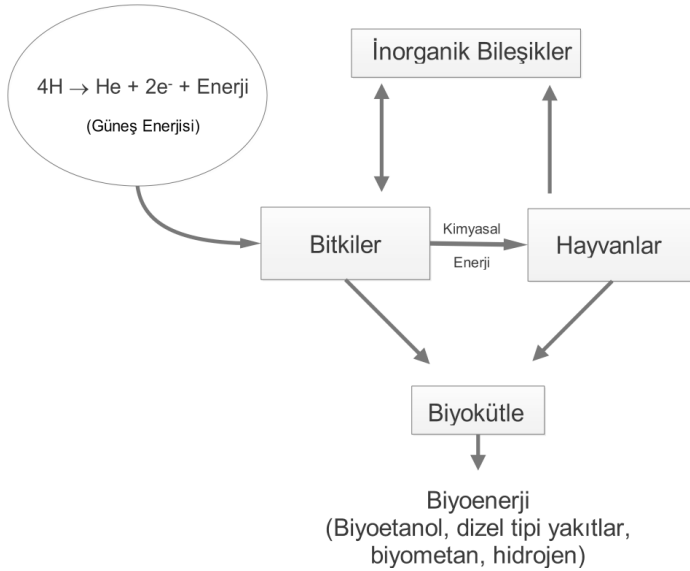
Biyoenjeri biyolojik kökenli materyallerden elde edilen yenilenebilir enerjidir. Bu amaçla kullanılan biyolojik materyaller ise biyokütle olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda biyokütle yapısında kimyasal enerji formunda güneş enerjisini depolamış herhangi bir organik materyale verilen isimdir (McCormick and Käberger 2005).

Biyokütle çok çeşitli formlarda bulunmaktadır. Bunlar temel olarak ormanlar ve tarımsal sanayi tarlaları, çalı ağaçları, kentsel ağaçla ve tarım ağaçları, ekin kalıntıları (saman, yaprak ve bitki sapları gibi), işleme artıkları (testere tozu, küspe ve çeşitli ölçekte kabuklar) ve evsel atıklar (katı atık, atıksu gibi) olarak sayılabilir (Gokcol et al. 2009). Sürdürülebilir enerjinin temini, özellikle iklim değişikliği konuları nedeniyle, insanlığın gelecekte karşı karşıya kalacağı başlıca zorluklardan biridir. Bu aşamada biyokütle gelecekteki enerji talebini sürdürülebilir bir şekilde tedarik etmede önemli bir katkı sağlayabilir. Biyokütle yenilenebilir enerjinin en büyük paydaşı olup ısı, elektrik ve taşımacılık açısından önemi bir potansiyele sahiptir (Bauen et al. 2009). Bu kapsamda dünyada kullanılan enerji formlarının dağılımı ve biyoenerjinin yenilenebilir enerji kaynakları içerisindeki oranı aşağıdaki Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Enerji kaynaklarının dağılımı ve yenilenebilir enerji formları ve bu enerjinin elde edildiği biyokütle türlerinin yüzde dağılımı.

Biyokütlenin biyoenerjiye dönüşüm süreci bir dizi karmaşık biyokimyasal süreci gerektirmektedir. Esas olarak biyokütle kaynaklarının öncelikle mikroorganizmaların kullanabilecekleri boyutlara kadar parçalanmaları gerekmektedir (Örneğin nişastanın glikolize dönüşümü). Bu sürece hidroliz adı verilmekte olup çeşitli kimyasal (güçlü asidik ya da bazik kimyasallar ile parçalama) ve biyolojik (çeşitli enzimatik faaliyetler) süreçler bu amaçla kullanılabilir (Bauen et al., 2009). Hidroliz aşaması sonrasında monomerlerine ayrılmış olan biyokütle çeşitli mikroorganizmalar ile biyoenerji formlarına dönüşmektedir. Bu süreç aşağıdaki Şekil 2’de daha detaylı olarak sunulmuştur.



Şekil 2. İnorganik bileşiklerden biyokütle ve biyokütleden enerji üretim süreci.

2. BİYOENERJİ FORMLARI

2.1. Biyometan

Biyometan tipik olarak biyolojik süreçler ile üretilmiş olan metan gazına verilen isimdir. Moleküler formülü CH₄ olan bu gaz normal sıcaklık ve basınçlarda gaz halinde bulunur. Metan ayrıca kokusuz olup doğal gazın bir bileşenidir ve önemli bir yakıttır (Gallagher and Murphy 2013). Biyometan anaerobik sindirim adı verilen bir süreç ile bir grup mikroorganizmanın iş birliği içerisinde çalışması ile üretilmektedir. Anaerobik sindirim sürecinde tarımsal endüstriyel atıklar, evsel katı atıklar ve/veya atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamurun yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyometana dönüşümü gerçekleşir (Gallagher and Murphy 2013). Anaerobik sindirim doğal bir biyolojik süreç olup organik maddelerin oksijen eksikliğinde parçalanması esasına dayanmaktadır. Organik atıkların metana dönüştüğü kapalı bir sisteme örnek olarak çöp döküm

alanları örnek olarak gösterilebilir (Molino et al. 2013). Birçok araştırma grubu anaerobik sindirim sürecinin üç ana aşamada oluştuğunu göstermiştir. Bu aşamalar sırasıyla (1) hidroliz, (2) asitojenesis ve (3) metanojenesis olarak isimlendirilmiştir. Biyometan oluşumu psikofilik (12-16 °C), mezofilik (35-37 °C) ve termofilik (50-60°C) koşullarda oluşabilmektedir. Biyometan oluşum sürecinde ilk adım hidrolizdir. Bu aşamada bakteriler çözünmemiş organik kompleks organik maddeleri çözülmüş bileşiklere (Ör: şeker, amoni asitler ve yağ asitleri) dönüştürmektedirler. Hidroliz aşaması birçok anaerobik sindirim sürecinde hız sınırlayıcı adım olabilmektedir. Bu durumda bazı endüstriyel uygulamalarda bu aşamanın hızlandırılması için kimyasal ajanlar kullanılarak hidroliz aşaması hızlandırılmaktadır (Donoso-Bravo et al. 2009). İkinci aşamada asit üretiminden sorumlu bakteriler hidroliz basamağında oluşan son ürünleri basit organik asitlere, karbondioksit ve hidrojene dönüştürürler. Bu aşamada oluşan temel asitler asetik asit (CH₃COOH), propiyonik asit (CH₃CH₂COOH), bütrik asit (CH₃CH₂CH₂COOH) ve etanoldür (C₂H₅OH). Örnek olarak bu aşamada etanolün oluşum reaksiyonu aşağıda sunulmuştur.



Son aşamada ise metan üretici bakteriler tarafından metan oluşumu sağlanır. Bu süreç (1) karbon dioksit ve metan üretmek için asetik asit moleküllerinin ayrılması ya da hidrojen ile karbondioksitin indirgenmesi yoluyla gerçekleşebilir. Üretilen biyometan ısı ya da buhar üretimi ya da elektrik üretimi/kombine ısı ve elektrik üretimi gibi amaçlar için kullanılabilir.



Şekil 3. Biyogaz ayrıca sıvı doğal gaz üretiminde de kullanılmaktadır. Bu sayede taşımacılık sektöründe yakıt olarak kullanılabilir ([CSL STYLE ERROR: reference with no printed form.]).

Biyometan çeşitli hayvanların gübrelerinden, zirai ve evsel atıklardan yaygın olarak üretilmektedir. Literatürde, kullanılmış yağlar, pastahane atıkları, kanola küspesi, bayat ekmek, mezhaba atıkları, çavdar, mısır silajı, çimen, yeşillik, gıda endüstrisi atıksuları, hayvan gübreleri gibi çok çeşitli biyokütle kaynaklarından üretildiği belirtilmektedir. Ülkemizde ve dünyada çeşitli ölçeklerde çok sayıda biyometan tesisi bulunmaktadır. Bunlardan bazıları zirai atıklardan faydalanırken,

bazıları atıksu arıtma tesislerinde oluşan çamuru ya da çeşitli diğer organik maddeleri kullanmaktadır. 10 Mart 2017’de Batı Fransa, Brittany’de açılan ve bölgesindeki en büyük olan biyogaz tesisi 2.2 milyon m³ metan üretme kapasitelidir. Tesise gelecek organik atıkların yarısı bölgedeki büyükbaş hayvan dışkılarından diğer yarısı ise bölgedeki balık yemi ve mezbahalardan gelen organik atıklardır ([CSL STYLE ERROR: reference with no printed form.]). Ülkemizde ise çeşitli çöp sahalarında (Ör: Bursa, Şanlıurfa, Gaziantep) ve atıksu arıtma tesislerinde (Ör: Gaziantep, Adıyaman atıksu arıtma tesisleri) biyogaz üretimi yoğun olarak yapılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Quimper biyometan tesisi(solda) ve Gaziantep evsel atıksu arıtma tesisi biyometan ünitesi (sağda) genel görünüşleri.

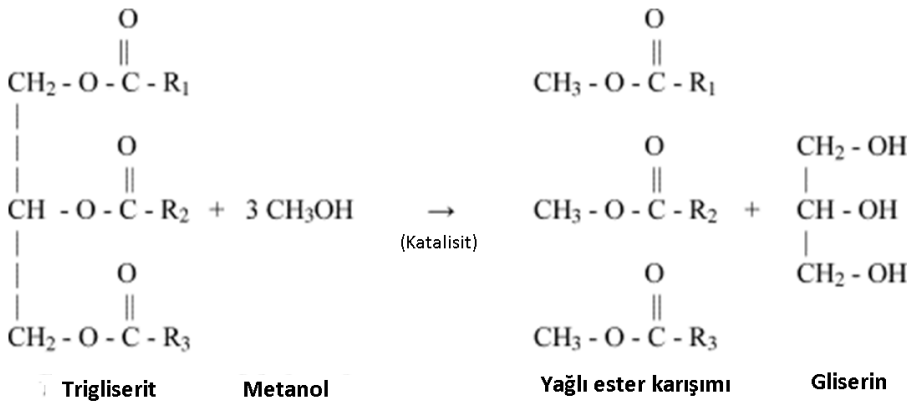
Biyometan kontrollü ortamlarda üretildiğinde değerli bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Üretim aşamasında farklı mikroorganizma grupları farklı ortamlarda görev alsa da organik madde içeren havasız ortamlarda biyometan oluşumu kaçınılmazdır. Bu durum bazı çöp döküm sahalarında felaketle sonuçlanabilir. Örneğin, 28 Nisan 1993’te İstanbul Ümraniye’de Hekimbaşı çöplüğünde biriken metan gazı patlamış ve 39 kişinin ölümü ile sonuçlanmıştır (Girgin and Yetiş). Olaya evsel atıkların uzun süre boyunca kontrolsüz şekilde depolanması sebep olmuştur. Günümüzde ise birçok şehirde çöp döküm alanlarında gaz toplama ve gözlem bacaları inşa edilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Gaziantep düzenli depolama sahası. Şekildeki arazi bir çöp döküm sahası olup çeşitli aralıklarla gaz toplama bacaları yerleştirilmiştir.

2.2. Biyodizel

Biyodizel Kanola, ayçiçek, soya, gibi yağ içeriği yüksek bitkilerinden elde edilen yağların, hayvansal yağların veya atık yağların baz ve alkolle karıştırılarak dizel yakıtıya çevirilmesi sonucu elde edilen yakıttır (Knothe et al. 2015). Biyodizel biyolojik olarak parçalanabilmekte olup toksik değildir. Düşük emisyon profillerine sahip olup çevre dostudur. Yaklaşık bir yüzyıl önce Rudolf Diesel kendi motorunda bitkisel yağı test etmiştir. Ucuz petrolün bu şekilde ortaya çıkışı ile uygun ham petrol fraksiyonları yakıt ve dizel yakıtı olarak kullanılmak için rafine edildi. Aynı süreçte dizel motorları da geliştirildi. 1930'lar ve 1940'larda bitkisel petrol dizel yakıtı yerine zaman zaman kullanıldı. Fakat bu kullanım sadece zaruri durumlar içindi. Günümüzde, ham petrolün yükselen fiyatları, fosil yakıtların sınırlı rezervi ve çevresel faktörler nedeniyle bitkisel petrol türevlerine yönelik bir ilgi vardır. Biyodizelin üretim süreci transesterifikasyon adı verilen bir reaksiyon ile üretilmekte olup aşağıdaki eşitikte gösterilmiştir (Schuchardt et al. 1998). Ucuz petrolün ortaya çıkmasıyla birlikte, uygun ham petrol fraksiyonları yakıt ve dizel yakıtlar ve dizel motorlar birlikte evrimleşmiş olarak hizmet etmek için rafine edildi.



Şekil 6. Transesterifikasyon reaksiyonu. Burada R1, R2 ve R3 uzun hidrokarbon zincirlerini (bazen yağ asidi zincirleri olarak da tanımlanır) göstermektedir.

Alkoliz olarak da adlandırılan transesterifikasyon, alkolün bir esterden başka bir alkol tarafından hidrolize benzer bir işlemde yer değiştirmesidir, ancak su yerine bir alkol kullanılır. Uygun alkoller arasında metanol, etanol, propanol, butanol ve amil alkol bulunur. Metanol ve etanol, düşük maliyeti ve fiziksel ve kimyasal avantajları nedeniyle özellikle metanolden en çok yararlanılmaktadır. Bu işlem, trigliseritlerin viskozitesini azaltmak ve böylece motor performansını iyileştirmek için yenilenebilir yakıtların fiziksel özelliklerini arttırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır (18). Böylece, transesterifikasyon ile elde edilen yağ

asidi metil esterleri (biyodizel yakıt olarak bilinir) dizel motorlar için alternatif yakıt olarak kullanılabilir (Fukuda et al. 2001). Biyodizel çok geniş yelpazede bir kullanım alanına sahiptir. Bunların arasında araçlarda yakıt olarak kullanımından uçak yakıtına kadar pekçok farklı yer sayılabilir. İngiliz tren işletmesi Virgin Trains, İngiltere'nin ilk "biyodizel tren" ini çalıştırdığını bildirmiştir, bu da %80 petrodizel ve %20 biyodizel ile çalıştırılmaktadır. Bir diğer uygulama alanı uçaklarda kullanımıdır. Çek Cumhuriyeti'nde tamamen biyodizel ile çalışan bir uçak test etmiştir. 7 Kasım 2011 tarihinde United Airlines, alg türevi bir jet yakıtı kullanarak dünyanın ilk ticari havacılık uçağını uçurmuştur. Eko Skies Boeing 737-800 uçağı %40 biyoyakıt ve %60 petrol türevi jet yakıtı ile Houston IAH havaalanından saat 10: 30'da ayrılıp Chicago'nun ORD havaalanına 13:03'te başarılı bir şekilde inmiştir (Jagtap 2016). Biyodizel ayrıca evsel ve ticari kazanlarda yine geleneksel kalorifer yakıtlarına belirli oranlarda karıştırılarak kullanılabilir. Biyodizel ayrıca yağ asitlerinin kaynağına bağlı olarak ham petrolü çözme yeteneğine sahiptir. Laboratuvar ortamında yapılan testlerde ham petrolün temizlenebilmesi için biyodizel kullanılabileceği bulunmuştur (Mudge and Pereira 1999)

2.3. Biyoetanol

Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak tanımlanabilir. Bu aynı zamanda bir organik karbon olarak da kabul edilmektedir (URL1, 2018). Biyokütle, mevcut ve gelecekteki yakıt taleplerini karşılamak için mükemmel bir alternatif kaynak görevi görebilir. Biyokütleyi kullanarak üretilen tüm yakıtlar, çeşit fark etmeksizin biyoyakıt olarak kabul edilir. Bu üretilen biyoyakıtlardan en yaygın ve başarılı olanlar, biyoetanol ve biyodizeldir. Bu yakıtların benzin ve benzeri alışılmış sıvı yakıtların yerini alması hedeflenmektedir (John et al. 2011). Biyoetanol; temelinde organik maddelerde bulunan karbohidrat kaynağının mikroorganizmalar tarafından oksijensiz ortamda fermentasyon ile dönüşüme uğratılması sonucunda elde edilen bir yakıttır (Hamelinck et al. 2005). Çevreye dostu sıvı bir yakıt olan biyoetanol şeker veya nişasta içeren ürünlerinden (şeker kamışı, şeker pancarı, mısır ve buğday gibi) ve lignoselülozik maddelerden üretilir. Biyoetanol üretimi için Brezilya'da şeker kamışı; Amerika Birleşik Devletleri'nde mısır, Avrupa Birliği'nde şeker pancarı temel biyoetanol üretim kaynaklarıdır (Chiaramonti 2007). Biyoetanol üretimini ve tüketiminin büyük kısmı Brezilya ve ABD gerçekleşmektedir. Bu üretimin yaklaşık %67'si otomobillerde yakıt olarak, geri kalanı ise çeşitli diğer endüstri dallarında kullanılmaktadır (Hamelinck carlo N; and Hooijdonk 2005).

Etanol çeşitli noktalarda yakıt olarak kullanılabilir. En önemlisi araçlarda benzinin alternatifi olmasıdır. Etanol araçlarda %15 ile %85

arasında değişen oranlarda kullanılabilir. Bu oranlardaki yakıtlara E15 ve E85 denir. Brezilya’da etanol üretiminin geliştirilmesi hükümetin desteği ile gerçekleşmektedir. Bu ülkede tüketilen tüm benzinin en azından %25’i etanol içermek zorundadır. Bu sayede etanolün galonu yaklaşık 1.00\$’dan üretebilmektedir. Geleneksel bir benzinli orta boy binek otomobil ile gidilen 100 km yol 11 L benzin gerektirmektedir. E85 yakıtı için, 100 km sürüş 2,2 L benzin ve 12 L biyoetanol tüketir. Bu nedenle, 1 litre biyoetanol, 0,72 litrelik benzinin yerini alabilir (Kim and Dale 2004). Biyoetanol aşağıdaki alanlarda da kullanılabilir (URL2).

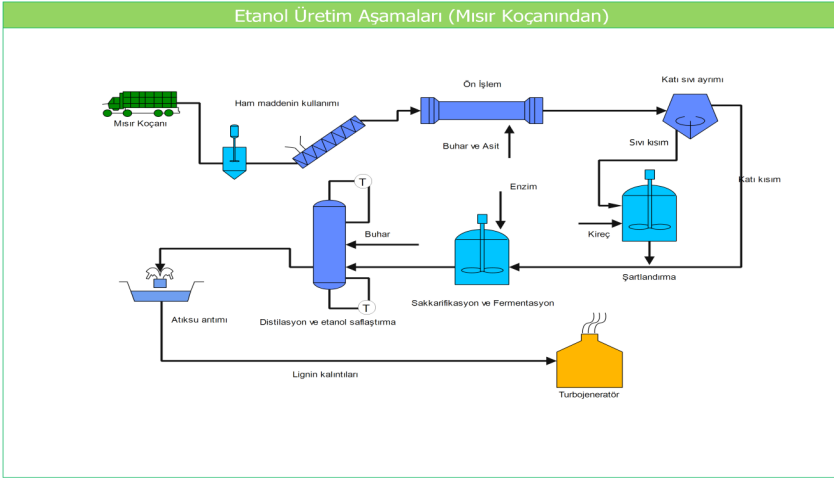
Biyoetanol üretiminde; besleme kaynağı olarak, sukroz içeren maddeler (şeker pancarı, tatlı sorgum ve şeker kamışı), nişastalı maddeler (örneğin buğday, mısır ve arpa) ve lignoselülozik biyokütle (örneğin ağaç, saman ve otlar) kullanılır (M. Balat, 2008). Biyoetanol üretimi için kullanılan çeşitli ham maddeler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 1. Biyoetanol üretiminde kullanılan çeşitli ham maddeler (Chandel et al. 2007).

Hammadde	Ön hazırlık ve Sakkarifikasyon	Fermentasyon Koşulları	Mikroorganizma
Şeker kamışı küspesi	Seyreltik asit hidrolizi	Batch (yığın)	<i>C.shehatae NCIM3501</i>
Buğday samanı	Seyreltik asit hidrolizi, Enzimatik asit hidrolizi	SSF, SHF	<i>E.coli FBR5</i>
Endüstriyel atık		SSF	<i>K. marxianus, S. cerevisiae</i>
Ayçiçeği sapı	Buhar, Enzimatik	Batch (yığın)	<i>S. cerevisiae var ellipsoideus</i>
Yer fıstığı kabuğu	Asit hidrolizi	Batch (yığın)	<i>S. cerevisiae</i>
Buğday kepeği	Seyreltik asit hidrolizi, Enzimatik asit hidrolizi	SSF	<i>S. cerevisiae</i>
Arpa kabuğu	Buhar, Enzimatik	SSF	<i>S. cerevisiae</i>

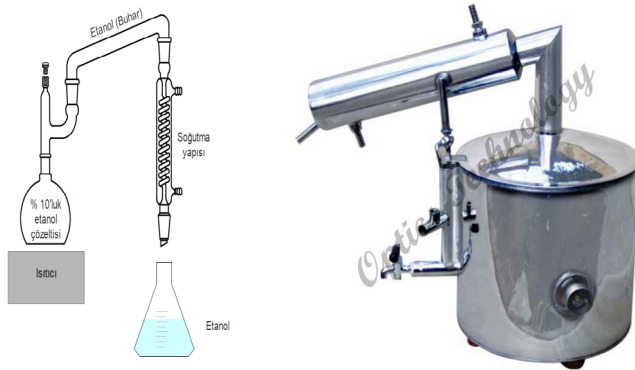
Biyoetanol, organik maddelerin öncelikle monosakkaritlere dönüşümünü takiben fermentasyon süreci ile üretilir. Süreçte bir dizi anaerobik mikroorganizma görev alır. Yakıt olarak kullanılacak etanol için kullanılacak (1) substratın hidrolizi, (2) fermentasyon ve (3) oluşan çıkış suyundaki etanolün saflık derecesinin artışı için damıtma işlemleri ile biyoetanol üretilir (Ebrahimi et al., 2008).

Selülozik biyokütleden biyoetanol üretimindeki en güç zorluklardan biri, selülozik yapıyı yıkmak, şeker içeriğini serbest bırakmak için yapılan ön işlemlerdir. Buna karşın şeker bazlı maddeden yapılan biyoetanol üretimi daha basit olup, fermentasyonu başlatmak için yalnızca ekstrakte edilen şekere maya ilavesi yeterlidir. Nişasta bazlı üretimde ise fermentasyon işleminden bir adım önce hidroliz yapılmalıdır (Lipnizki 2010). Mısır koçanlarından biyoetanol üretimine ilişkin bir akış diyagramı aşağıdaki şekilde sunulmuştur.



Şekil 7. Mısır bitkisinden bioetanol üretimi akış diagramı.

Şekil 7’de görülebileceği üzere organik atıklar (Şekil 7’de mısır koçanı) tarlalardan toplanıp tesise getirilir. Bu tesiste gelen organik atıklar ilk olarak öğtülür ve enzimatik süreçler için yüzey alanının artması sağlanır. Bu aşamadan sonra enzimatik hidroliz basamağında büyük organik moleküllerin daha küçük yapı taşlarına dönüşmesi sağlanır (örn. Nişasta şekere, yağlar yağ asitlerine ve proteinler amino asitlere). Ön işlem basamağının ardından fermentasyon adımı gelir ve bu aşamada maya şekeri fermente ederek bioetanolle dönüştürür. Fakat oluşan etanol maya için toksiktir ve mayalar genellikle %10-12 seviyesinin üzerinde çalışamazlar. Etanolün ticari olarak kullanılabilmesi için saflığının %96 ve üzeri seviyeye çekilmesi gerekmektedir. Bu nedenle distilasyon yapılır. Distilasyonda etanolün suya göre daha düşük kaynama sıcaklığı kullanılarak ayrımı sağlanır. Şekil 8’te bir distilasyon ünitesi genel görünümü vardır.



Şekil 8. Etanolün saflaştırılması için kullanılan Distilasyon Ünitesi (Sol – Şematik gösterim; Sağ – Fotoğrafik sunum).

2.4. Biyoetanol

Biyohidrojen yaygın olarak algler, bakteriler ve arkealar tarafından biyolojik süreçler ile üretilen hidrojen verilen isimdir. Çeşitli organik maddelerden hem de kültürasyon sonucunda oluşan canlı biyokütleden üretilmektedir (Beer et al. 2009). Biyohidrojenin çeşitli kullanım alanları vardır. Bunlar

- Doğrudan yakıt olarak (Şekil 9),
- Amonyak, alkol, aldehitlerin üretiminde; sıvı yağın petrolün ve kömürün hidrojenasyonunda,
- Yakıt hücreleri ile elektrik üretiminde,
- Tarım gübresinin üretilmesi için amonyak yapımında,
- Plastik ve ilaçların üretilmesinde ara ürün olan metanolün üretilmesinde, kullanılmaktadır.

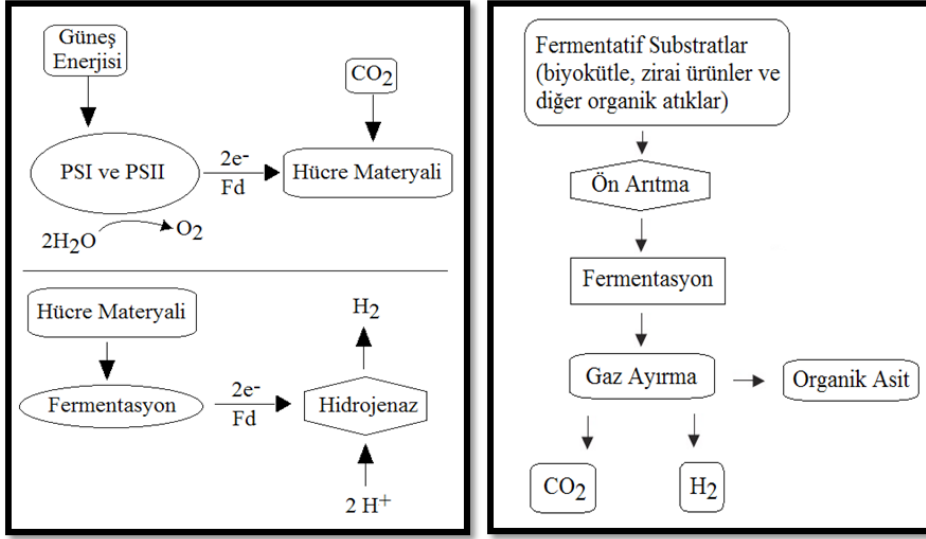


Şekil 9. Hidrojenin yakıt olarak kullanımına örnek (General Motors hidrojenle çalışabilecek bir HUMMER H2 – SUT modeli üreterek bunu Kalifornia Valiliği ile paylaşmıştır. Bu sayede hidrojen depolama ve araç yakıtı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması faaliyetlerine yardımcı olmayı planlamaktadırlar) (H2).

Biyohidrojenin üretiminde çok çeşitli kimyasal ve biyolojik süreçler kullanılabilir. Günümüzde üretilen hidrojenin %96'sı fosil yakıtlardan ve %4'ü elektrolizden üretilmektedir. Biyolojik süreçler ise fotosentetik ya da fermantasyon mikrobiyolojilerinin kullanımı ile mümkündür (Fang et al., 2005).

Fotoliz güneşten gelen fotonlar ile kimyasal bir bileşiğin parçalanması olayına verilen isimdir. Biyofotoliz ise aynı süreçte biyokimyasal bir bileşiğin parçalanmasına denmektedir. Bu süreçte güneş enerjisi fotosentetik canlılarda kloroplastta bulunan PSI ve PSII adı verilen reseptörlerce yakalanır ve suyun H^+ ve O_2 'ye fotolizi gerçekleştirilir. Oluşan hidrojen iyonları da hidrogenaz

adı verilen bir enzim ile hidrojen gazına dönüştürülür. Bu sürece doğrudan fotoliz denmektedir. Fotosentetik canlıların kullanıldığı bir diğer süreç ise güneş enerjisi yolu ile fotosentetik canlıların (biyokütle) oluşturulması ve oluşan biyokütlenin fermentasyonu yoluyla hidrojen iyonlarının oluşturulması prensibine dayanmaktadır. Oluşan hidrojen iyonları yine hidrogenaz ile hidrojen gazına dönüşürler. Aşağıdaki Şekil 10'da doğrudan ve dolaylı yoldan biyofotoliz şematik olarak gösterilmiştir (Fang et al., 2006).



Şekil 10. Doğrudan ve dolaylı fotoliz ile biyohidrojen üretimi.

Biyohidrojenin bir diğer üretim metodu fermentatif mikroorganizmalar kullanılmasıdır. Konvansiyonel anaerobik tesislerde metan üretim sürecinde, organik atıklar öncelikle yağ asitlerine, sonra asetat ve hidrojene dönüştürülür. Her iki ürün de sonrasında metana dönüşür. Hidrojen bu süreçte bir ara üründür. Mezofilik şartlarda işletilen bu prosese (20-45 °C) pH, sıcaklık, besin konsantrasyonu, mikrobiyal komünitenin yapısı gibi parametreler etki eder.

Biyokütleden bir yakıt olarak hidrojen üretilmesinin birtakım avantajları vardır. Bu avantajlardan en önemlisi yanma sonucunda sadece su oluşmasıdır. Hidrojen diğer tüm hidrokarbonlara nazaran gram substrat başına en yüksek enerjiyi sağlar (142.35 KJ/g, bu da herhangi bir hidrokarbondan 2.75 kat fazla demektir). Diğer bir avantajı hidrojen alevli yanmaya, katalitik yanmaya, direkt buhar üretimine, hidridleşme ile kimyasal dönüşüme ve yakıt hücresi ile elektrik üretimine uygundur. Patlayıcı doğası ve depolanma ve taşınma zorlukları ise hidrojenin dezavantajlarından (Jones 2009).

3. SONUÇLAR

Biyokütle yapısındaki kimyasal bağ enerjisinin çeşitli süreçler sonucunda kullanımı çevre dostu bir yaklaşımdır. Küresel ısınma bilindiği üzere fosil yakıtların kullanımı ile ilişkili olup yerin alt katmanlarındaki karbonun açığa çıkartılarak atmosfere verilmesi esasına dayanır. Biyoenerji teknolojilerinin kullanımı ise atmosferdeki karbondioksitin fotosentetik canlılar sayesinde güneş enerjisi ile biyokütleler oluşturması ve oluşan biyokütlenin enerji formlarına dönüştürülmesi esasına dayanmaktadır. Bu nedenle atmosfere ekstradan bir karbon salınımı olmaz. Biyokütlenin bir diğer avantajı ise birçok koşulda atık olarak adlandırılan maddelerin işlenerek kullanılabilir enerji formlarının eldesidir. Örneğin çöp döküm sahaları ya da atıksu arıtma tesislerinde oluşturulan biyogaz. Ülkemizde ve dünyada giderek artan enerji talebinin karşılanması için dünyanın en ucuz işçileri – mikroorganizmaların kullanılması sürdürülebilir bir yaklaşımdır.

Kaynaklar

- Bauen A, Berndes G, Junginger M, et al (2009) BIOENERGY – A SUSTAINABLE AND RELIABLE ENERGY SOURCE A review of status and prospects
- Beer LL, Boyd ES, Peters JW, Posewitz MC (2009) Engineering algae for biohydrogen and biofuel production. *Curr Opin Biotechnol* 20:264–271
- Chandel AK, Es C, Rudravaram R, Narasu ML (2007) Economics and environmental impact of bioethanol production technologies : An appraisal Economics and environmental impact of bioethanol production technologies : an appraisal
- Chiaromonti D (2007) Bioethanol: role and production technologies. In: Improvement of crop plants for industrial end uses. *Springer*, pp 209–251
- Donoso-Bravo A, Retamal C, Carballa M, et al (2009) Influence of temperature on the hydrolysis, acidogenesis and methanogenesis in mesophilic anaerobic digestion: parameter identification and modeling application. *Water Sci Technol* 60:9–17
- Ebrahimi F, Khanahmadi M, Roodpeyma S, Taherzadeh MJ (2008) Ethanol production from bread residues. *Biomass and Bioenergy* 32:333–337. doi: 10.1016/j.biombioe.2007.10.007
- Fang HHP, Liu H, Zhang T (2005) Phototrophic hydrogen production from acetate and butyrate in wastewater. *Int J Hydrogen Energy* 30:785–793
- Fang HHP, Zhu, H., Zhang, T. (2006). Phototrophic hydrogen production from glucose by pure and co-cultures of *Clostridium butyricum* and *Rhodobacter sphaeroides*. *Int J Hydrogen Energy* 31:2223–2230
- Fukuda, H., Kondo A, Noda H (2001) Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *J. Biosci. Bioeng.* 92:405–416
- Gallagher, C., Murphy, J.D. (2013). Is it better to produce biomethane via thermochemical or biological routes? An energy balance perspective. *Biofuels, Bioprod Biorefining* 7:273–281
- Girgin S, Yetiş Ü Seçilmiş Uluslararası Veri Tabanlarında Türkiye’de Yaşanmış Endüstriyel Kazalar

- Gokcol, C. Dursun, B., Alboyaci, B., Sunan, E. (2009). Importance of biomass energy as alternative to other sources in Turkey. *Energy Policy* 37:424–431
- H2 H2H - Hydrogen Powered HUMMER. <http://www.gmhummer.com/hummerspecs/h2h/main.htm>. Accessed 17 Apr. 2018
- Hamelinck, carlo N., Hooijdonk G. Van. (2005). Ethanol from lignocellulosic biomass : techno-economic performance in short- , middle- and long-term. 28:384–410. doi: 10.1016/j.biombioe.2004.09.002
- Hamelinck, C.N., Van Hooijdonk G, Faaij APC (2005) Ethanol from lignocellulosic biomass: Techno-economic performance in short-, middle- and long-term. *Biomass and Bioenergy* 28:384–410
- Jagtap, S.S. (2016). Sustainability assessment of hydro-processed renewable jet fuel from algae from market-entry year 2020: Use in passenger aircrafts. In: 16th AIAA Aviation Technology, *Integration, and Operations Conference*. p 4367
- John, R.P., Anisha G.S., Nampootheri KM, Pandey, A. (2011). Bioresource Technology Micro and macroalgal biomass : A renewable source for bioethanol. *Bioresour Technol* 102:186–193. doi: 10.1016/j.biortech.2010.06.139
- Jones, T. (2009) Explosive nature of hydrogen in partial pressure vacuum. *Heat Treat Prog* 9:43–46
- Kim, S., Dale BE (2004) Global potential bioethanol production from wasted crops and crop residues. 26:361–375. doi: 10.1016/j.biombioe.2003.08.002
- Knothe, G., Krahl, J., Van, Gerpen, J. (2015) The biodiesel handbook. Elsevier
- Lipnizki, F. (2010). Membrane process opportunities and challenges in the bioethanol industry. *DES* 250:1067–1069. doi: 10.1016/j.desal.2009.09.109
- M., Balat H.B.Ö. (2008). Progress in bioethanol processing. 34:551–573. doi: 10.1016/j.peccs.2007.11.001
- McCormick K, Kåberger, T. (2005). Exploring a pioneering bioenergy system: The case of Enköping in Sweden. *J Clean Prod* 13:1003–1014
- Molino, A., Nanna, F., Ding, Y., et al. (2013). Biomethane production by anaerobic digestion of organic waste. *Fuel* 103:1003–1009. doi: 10.1016/j.fuel.2012.07.070
- Mudge, S.M., Pereira, G. (1999). Stimulating the biodegradation of crude oil with biodiesel preliminary results. *Spill Sci Technol Bull* 5:353–355
- Schuchardt, U., Sercheli, R., Vargas, R.M. (1998). Transesterification of vegetable oils: a review. *J Braz Chem Soc* 9:199–210
- URL 1. <https://bioenergyconsult.wordpress.com/2012/04/02/biochemical-conversion-of-wastes/>. Accessed 15 Apr 2018a
- URL 2. <https://www.waterleau.com/en/news-events/news/official-opening-of-the-quimper-biomethane-production-plant>

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI VE ENERJİ VERİMLİLİĞİNİN ARTTIRILMASI PROJESİ'NDE İLKLER VE BAŞARI HİKÂYELERİ

Muhyettin Sirer¹

Yılmaz Dağtekin²

ÖZ

2018-2022 arasındaki 5 yıl gibi kısa bir sürede Türkiye'nin enerji talebinin %30'a yakın bir oranda çok hızlı artacağı anlamına gelmektedir. Bu hızlı artış sonucunda, gerekli önlemler alınmazsa enerjide dışa bağımlılığımızı önemli oranda artacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları enerji arzı sorununun çözümüne önemli ölçüde katkıda bulunabilecek kaynaklardır. GAP Bölgesi Yenilenebilir enerji kaynakları açısından oldukça önemli kaynaklara sahiptir. GAP Bölgesi'nin potansiyeli ve avantajları baz alınarak GAP İdaresi Başkanlığı tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) teknik işbirliğiyle 2012 yılından bu yana yürütülen "GAP Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji (YE) Kullanımı ve Enerji Verimliliği'nin (EV) Arttırılması Projesi" kapsamında yapılan çalışmalar ve sonuçlar bu bildiriye aktarılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Enerji verimliliği, GAP bölgesi.

Firsts and Success Stories in "Utilization of Renewable Energy Resources and Increasing Energy Efficiency in the GAP Region" Project

ABSTRACT

In a short period of 5 years between 2018-2022 Turkey's energy demand will increase very fast (at a rate of close to 30%). As a result of this rapid increase, if necessary measures will not be taken, Turkey's energy dependency will increase significantly. Renewable energy sources are significant for the solution of the energy supply problem. The Sotheastern Anatolia Region (GAP Region) has considerable resources of renewable energy. Based on the potential and advantages GAP Region, GAP Regional Development Administration is running a Project

1 UNDP Türkiye, muhyettin.sirer@undp.org

2 GAP İdaresi Başkanlığı, ydagtekin@gap.gov.tr

named “Utilization of Renewable Energy Resources and Increasing Energy Efficiency in the GAP Region” in cooperation with United Nations Development Program (UNDP). In this proceeding, the activities and results of the project will be shared.

Keywords: Renewable energy, Energy efficiency, Southeastern anatolia region.

1. GİRİŞ

Türkiye'nin 2017'de 288 bin GWh olan elektrik enerjisi talebinin 2023'de 368 bin GWh'a çıkacağı öngörülmektedir. Bu da 2018-2022 arasındaki 5 yıl gibi kısa bir sürede enerji talebinin %30'a yakın bir oranda çok hızlı artacağı anlamına gelmektedir. Bu hızlı artış sonucunda, gerekli önlemler alınmazsa enerjide dışa bağımlılığımızı önemli oranda artacaktır. Yenilenebilir enerji kaynakları enerji arzı sorununun çözümüne önemli ölçüde katkıda bulunabilecek kaynaklardır. Son yıllarda Türkiye'de başta hidrolik enerji ve rüzgâr olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi hızla gelişmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, zengin su ve güneş kaynağı itibariyle yenilenebilir enerji açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Güneş enerjisinin kullanım potansiyelinin çok fazla olduğu ve “güneş kuşağı” diye tanımlanan bir Bölge'de konumlanan Türkiye'de, bu potansiyelin en yüksek değerlere ulaştığı iki bölge Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'dir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, turizm ve tarımın çok fazla geliştiği ve bu yüzden de arazi fiyatlarının çok yüksek olduğu Akdeniz Bölgesi'ne göre, güneş enerjisinden elektrik üretilmesi açısından çok daha elverişli bir konumdadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi tarımsal atıklar açısından zengin bir bölgedir. Türkiye'nin toplam pamuk üretiminde bölgenin %50'ye varan payı bulunmaktadır. Bu nedenle Bölge'deki pamuk ve diğer ürünlerin tarımsal atık miktarının birkaç yüz MW'lık santral yapmaya müsait olduğu hesaplanmaktadır. Diğer yandan hayvan varlığı dolayısı ile hayvansal atıklar da bu bölgenin enerji portföyüne ilave edilebilecek potansiyele sahiptir. Tarımsal ve hayvansal atıklardan gaz ve elektrik üretimi imkânlarının değerlendirilmesi bölgenin yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlenmesini sağlayacak ve yerli imalat sektörünün ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Diğer yandan, Ege ve Marmara Bölgeleri'ndeki kadar olmasa da, Bölge'de ihmal edilemeyecek bir rüzgâr potansiyeli mevcuttur. Bölge'deki rüzgâr hız ve yoğunlukları Türkiye'nin batı bölgelerindeki kadar iyi olmamakla birlikte, Gaziantep, Kilis ve Mardin'de, rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından umut verici bazı yerler mevcuttur. Daha da önemlisi, düşük hızlı rüzgârların bulunduğu bazı yörelerde, küçük ve orta ölçekteki rüzgâr türbinlerinin lokal ihtiyaçları karşılamak üzere (su pompalama ve sulama işlemleri, vb.) güneş enerji ile kombine kullanılması mümkündür.

Boyutları kısaca özetlenen bu potansiyelin harekete geçirilmesi ve üretilen elektriğin güvenli biçimde tüketicilere iletilmesi, kapsamlı ve kuşatıcı bir yaklaşım gerektirmektedir. Türkiye’de elektrik piyasalarının serbestleştirildiği, yeni elektrik üretim yatırımlarının özel şirketler eliyle yürütüldüğü ve elektrik dağıtım şirketlerinin özelleştirme sürecinin devam ettiği dikkate alındığında, bahse konu yenilenebilir enerji yatırımlarının hayata geçirilmesi için bölgenin yatırımcılar açısından bir ilgi odağı ve cazibe merkezi kılınması için bütünlüklü bir stratejiye ihtiyaç duyulmaktadır. Diğer yandan, Türkiye’nin genelinde olduğu gibi Bölge’de de enerjiyi verimli kullanma bilinci düşüktür. Sanayideki geleneksel üretim eğilimleri ve sıcak iklim nedeniyle ısı yalıtımının kullanılmadığı binalar, bedeli tahsil edilemeyen enerji tüketimi bu Bölge’de verimsiz enerji tüketimine yol açmakta ve dolayısı ile enerji yoğunluğunun daha yüksek olması sonucuna yol açmaktadır. Enerji yoğunluğu, bir birim katma değer üretebilmek için harcanan toplam enerjiyi ifade eden bir gösterge olup, enerji yoğunluğu düştükçe, aynı miktar katma değer daha az enerji sarfiyatı ve dolayısıyla daha az maliyetle üretilebilmektedir. Enerji yoğunluğunu düşürmek için enerji tüketiminin olduğu her alanda, ama özellikle sanayi tesislerinde ve binalarda enerji verimliliği tedbirlerine başvurmak büyük önem taşımaktadır. Sanayi sektöründe alınacak enerji verimliliği önlemlerinin sınırlı bir bölümü proses değişiklikleri gerektirmekte ve görece büyük yatırımları zorunlu kılmaktadır. Diğer yandan bu önlemlerin çoğunluğu, firmaların ana yatırım stratejilerini etkilemeyecek düşük maliyetli yatırımlarla hayata geçirilebilecek niteliktedir.

Hem konut hem de ticaret amaçlı binalarda enerjinin verimsiz kullanıldığı, Bölge’deki binalarının birçoğunun yalıtımsız olduğu ısıtma için ihtiyaç duyulan enerji kadar soğutma için harcanan enerjinin de çok büyük boyutlarda olduğu gözlenmektedir. Bu veriler ışığında, binalarda enerji verimliliğini iyileştirmek üzere çeşitli uygulamaların yapılması gerekli görülmektedir. Binalardaki iyileştirme yatırımlarının kamu binalarından başlatılarak ticari binalara ve konutlara doğru yaygınlaştırılması, kamu sektörünün öncü rolünün bir gereğidir. Elektrik faturalarını ödemekte zorlanan bölgesel tüketicilerin, sadece bina kabuğundaki yalıtım iyileştirmeleri konusunda değil, elektrikli ev aletleri konusunda da bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır.

Bu bilgiler doğrultusunda GAP Bölgesi’nin potansiyeli ve avantajları baz alınarak GAP İdaresi Başkanlığı tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı(UNDP) teknik işbirliğiyle 2012 yılından bu yana yürütülen “GAP Bölgesi’nde Yenilenebilir Enerji (YE) Kullanımı ve Enerji Verimliliği’nin (EV) Arttırılması Projesi” kapsamında yapılan çalışmalar ve sonuçlar bu bildiriye aktarılacaktır.

2. PROJE KAPSAMINDA GERÇEKLEŞTİRİLEN İLKLER

2.1. Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Strateji ve Eylem Planı

GAP Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji (YE) Kullanımı ve Enerji Verimliliği'nin (EV) Arttırılması Projesi; Güneydoğu Anadolu Bölgesi için 2007 yılında hazırlanmış olan Rekabet Gündemi'nin ana vizyonu ile uyumlu olarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin sürdürülebilir ve sosyal olarak eşitlikçi bir şekilde kalkınmasına enerji verimliliği uygulamaları ve yenilenebilir enerjinin daha yaygın kullanımı yoluyla katkıda bulunmayı amaçlamıştır. Projenin 2009 Temmuz- Mayıs 2011 döneminde yürütülen ilk fazında yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji verimliliğinde ilerleme sağlanabilecek tüm alanları içerecek derinlikte oluşturulan YE ve EV Strateji ve Eylem Planı, ülkemizde bir coğrafi bölgeyi kapsayan ilk plan olma özelliği taşımaktadır. Projenin ikinci fazı, bu plana uygun olarak;

- Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sanayi sektörlerinde ve hizmet binalarında EV/YE imkânlarının belirlenmesi ve örnek uygulamaların yapılması ve yaygınlaştırılması,
- Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin YE kullanım potansiyelinin arttırılması ve
- Bölge'de sanayi, hizmet, bina ve tarım sektörlerinde EV ve YE konularında teknik, kurumsal ve işgücü kapasitesinin geliştirilmesi,

bileşenleri çerçevesinde yürütülmüştür. İkinci fazda gerçekleştirilen çalışmalar sonrasında “GAP Bölgesi'nde Düşük Karbonlu Ekonomiye Geçiş” başlığı altında bir üst evreye taşınan projede, hâlihazırda bölgenin karbon master planının hazırlanmasına yönelik faaliyetler planlanmıştır. Halihazırda proje devam etmekte olup çeşitli alt projeler yürütülmektedir.



GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı

**Güneydoğu
Anadolu
Bölgesi'nde
Yenilenebilir Enerji
Kaynaklarının
Kullanımı & Enerji
Verimliliğinin
Arttırılması**

Eylem Planı

Şekil 1. “GAP Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Arttırılması Eylem Planı” İç Kapağı.

2.2. GAP Enerji Verimliliği Danışmanlık ve Kuluçka Merkezi

Sanayi tesislerinde enerji verimliliğinin iyileştirilmesi, çok boyutlu ve geniş ölçekli proje bileşenlerinden bir tanesidir. İşletmelerde enerji etütlerinin yapılması ile enerji verimliliğini iyileştirme planlarının hazırlanması ve yürütülmesi süreçlerinde hizmet sunan enerji verimliliği danışmanlık (EVD) şirketleri bu kapsamda önemli bir rol oynamaktadır. Proje başlangıcında, Bölge’de herhangi bir EVD şirketi bulunmadığı ve enerji verimliliğinin sürdürülebilir bir şekilde artırılması ve yaygınlaştırılması noktasında EVD şirketlerinin kurulmasının faydalı olacağı düşünüldüğü için, girişimcileri desteklemek amacıyla bir EVD Kuluçka Merkezi kurulması planlanmıştır. Bu çerçevede, Kuluçka Merkezi’nin işletme modeli ile merkezin hukuki statüsünün belirlenmesine yönelik olarak Mayıs 2012 dönemi itibarı ile başlatılan çalışmalar sonrasında, GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Gaziantep Sanayi Odası ve Gaziantep Üniversitesi arasında, 14 Mayıs 2013 tarihinde bir işbirliği protokolü imzalanmıştır. Eş zamanlı olarak, Makine Mühendisleri Odası Gaziantep Şubesi ve Elektrik Mühendisleri Odası Gaziantep Şubesi aracılığıyla, merkez bünyesinde faaliyet göstermeye aday mühendis/girişimcilerin seçim süreci tamamlandı ve ilk grup içinde yer alan 12 mühendis Sanayi Etüt-Proje Eğitimi’ni tamamlayarak Enerji Yöneticisi ve Etüd-proje sertifikalarını almıştır. Enerji verimliliği etütlerinde kullanılan test ve ölçüm cihazlarının da temin edilmesi sonrasında, 14 Ekim 2015 tarihinde GAP İdaresi, Gaziantep Üniversitesi ve Gaziantep Sanayi Odası arasında, merkez binası, tefrişatı ve ölçüm cihazlarının kullanım haklarının devrine ilişkin bir ek protokol imzalanmıştır. Bugün GAP EVD Danışmanlık ve Kuluçka Merkezi adı altında faaliyet gösteren merkez, ülkemizde kamu, özel sektör ve üniversite işbirliği ile hayata geçirilen ilk aktif enerji verimliliği danışmanlık laboratuvarı olma özelliği taşımaktadır. Bu süreçte, merkezin yer aldığı bina da, Alman Pasif Ev Enstitüsü’nün EnerPHit kriterleri çerçevesinde, enerji etkinliği en yüksek seviyeye çıkacak ve işlevine uygun bir örnek teşkil edecek biçimde tadilat sürecinden geçmiştir. Bu özelliğiyle de Merkez binası aynı zamanda, ülkemizde tadilat görmüş binalar kategorisinde EnerPHit Sertifikası almaya hak kazanan ilk bina konumundadır.



Category	Target	Actual	Score	Weight
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%
Energy Performance	E_{req} ≤ 12 kWh/m²/yr	E_{act} ≤ 12 kWh/m²/yr	100	100%

Şekil 2. GAP EVD Kuluçka Merkezi Binası Görüntüsü ve Enerphit Sertifikası.

2.3. GAP Bölgesi'nde Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Pilot Uygulamaları Mali Destek Programı

Sanayide enerji verimliliğinin iyileştirilmesinde pilot uygulamalar yapılmasına yönelik olarak, önce Bölge ölçeğinde farklı endüstriyel alanlarda faaliyet gösteren 38 işletme ziyaret edilmiştir ve potansiyel tasarruf alanları belirlenmiştir. Sonrasında, hem pilot uygulamaların GAP Bölgesi genelinde eş-zamanlı olarak tasarlanması ve gerçekleştirilmesi hem de toplam mali destek miktarının arttırılması amacıyla, GAP İdaresi Başkanlığı ile İpekyolu Kalkınma Ajansı, Karacadağ Kalkınma Ajansı ve Dicle Kalkınma Ajansı arasında ortak bir mali destek programı düzenlenmesi için prensip kararına varılmıştır. Bu kapsamda, 07 Ekim 2015 tarihinde işbirliği protokolleri imzalanmıştır. Toplam 9 milyon TL bütçe ile yürütülen GAP Bölgesi'nde Sanayide Enerji Verimliliğinin Arttırılması Pilot Uygulamaları Ortak Mali Destek Programı, ülkemizde bir bölge kalkınma idaresi ve üç kalkınma ajansının işbirliği ile sanayide enerji verimliliği alanında bölgesel ölçekte düzenlenen ilk mali destek programı olma özelliğini taşımaktadır.



Şekil 3. Yürütülen Projelerden Birinin Ana Kumanda Merkezinden Bir Görüntü ve Ortak MDP Tanıtım Afişlerinden Bir Örnek.

2.4. Güneş Enerjili Pilot Sulama Sistemleri ve Sulama Pompalarında Ölçme ve İzleme Çalışmaları

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin zengin yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması kapsamında da, özellikle güneş enerjili tarımsal sulama ve biyokütleden enerji eldesi konularında çalışmalar yürütülmüştür. Öncelikle, dört farklı sahada mikro ölçekli tarımsal sulama sistemleri kurulmuştur ve bunlardan Kilis, Şanlıurfa ve Mardin'de yer alan üç tanesinin performans parametreleri uzaktan erişimli sistemleri ile ölçülmeye başlanmıştır. 2014 yılı Eylül ayından itibaren, istasyonların gerilim ve akım gibi elektriksel, su debisi gibi mekanik, güneş ışınımı şiddeti ve dış ortam sıcaklığı gibi meteorolojik verileri her 15 saniyede bir 2 yıllık bir süre için kayıt altına alınmıştır. Elde edilen veriler, sistemlerin teknik ve ekonomik yönden analiz edilmesini sağlayacak

bir veri tabanı oluşturmuştur. Farklı konumlarda yer alan ve farklı teknik özelliklere sahip güneş enerjili sulama sistemlerinin eş-zamanlı olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışması da projenin ilkleri arasındadır. Benzer bir ölçme-değerlendirme çalışması ise yine bir ilk olarak mevcut sulama pompalarının enerji verimliliklerinin tespiti için gerçekleştirilmiştir. Toplam 20 sulama kuyusunda yürütülen çalışma, 2018 yılından başlanarak havza bazlı bir çalışma kapsamında daha geniş bir örneklem kümesi üzerinde tekrarlanmaktadır.



Şekil 4. Güneş Enerjili Pilot Sulama Sistemleri ve Sulama Pompalarında Enerji Verimliliği Analizi Çalışmalarından Görüntüler.

2.5. Bitkisel Pelet Üretim ve Pazarlama Kooperatifi Kurulması

GAP Bölgesi'nin biyokütle potansiyeli hem hayvan atıkları hem de tarımsal atıklar açısından önemli boyutlardadır. Geniş arazilere ekilen mısır ve pamuk atıkları hem hasat sonrasında tarlalarda kaldığı için çiftçilere ilave maliyet getirmektedir hem de biyokütle olarak kullanılabilirliği mümkündür. Mısır ve pamuk atıkları, kurutma, kesme ve sıkıştırma işlemlerinin ardından, pelet adı verilen katı yakacaklara dönüştürülebilmektedir. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'ne gönderilen numunelerin kalorifik değerlerinin bazı kömür türlerinin üzerinde olduğu görülmüştür. Proje kapsamında yürütülen ön fizibilite çalışmaları sonrasında, Diyarbakır'ın Bismil ilçesindeki potansiyelin büyüklüğü dikkate alınarak, yerel çiftçilerin katılımları ile Bismil Bitkisel Pelet Üretim ve Pazarlama Kooperatifi kurulmuştur. Makine-ekipman desteği sağlanan kooperatif, Şubat 2017 dönemi itibarı ile üretime başlamıştır. Günde 25 ton, yılda 5.000 ton bitkisel pelet üretim kapasitesi bulunan tesis, hem kooperatif yapısı hem de bitkisel atıkların değerlendirilmesi itibarı ile GAP Bölgesi'nde ilk olma özelliği taşımaktadır.



Şekil 5. Bismil Bitkisel Pelet Üretim Tesisinden Görüntüler.

2.6. YEEV Görev Güçleri ve GAPGreen Dergisi

GAP Bölgesi'nde yer alan kurumların gerek yenilenebilir enerji gerekse enerji verimliliği alanlarında kapasitelerini geliştirmek için yapılan çalışmalar projenin üçüncü bileşenini oluşturmaktadır. Bölge kurumlarının yürüttükleri veya planladıkları projeler kapsamında karşılıklı görüş alışverişini hızlandırmak, işbirliğini arttırmak ve YEEV Projesi'nin çıktılarını yaygınlaştırmak amacıyla, bir görev gücü takımı oluşturulmuştur. Farklı kurumlarda uzmanlık düzeyinde veya yönetici olarak görev yapan gönüllülerden oluşan bu takımın 106 üyesi bulunmaktadır.

GAP Bölgesi'nde sürdürülebilir kalkınma, yeşil büyüme, yenilenebilir enerji kullanımı, enerji verimliliği ve organik tarım konularında yürütülen çalışmalar ile ülke ve dünya örneklerinin yer aldığı periyodik GAPGreen dergisi yine proje ilklerinden bir tanesidir ve yayın hayatına Ağustos 2014 tarihinde başlamıştır.



Şekil 6. Görev Gücü Toplantılarından Bir Görüntü ve Gapgreen Dergisi.

2.7. Enerji Mühendisleri Derneği'nin Ortadoğu Bölgesi'nde 2017 Yılıın Enerji Projesi Ödülü

GAP Bölgesi'nde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının ve Enerji Verimliliğinin Arttırılması Projesi, Association of Energy Engineers (Enerji Mühendisleri Derneği) tarafından 28 Eylül 2017 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri'nin Atlanta şehrinde düzenlenen 40. Dünya Enerji Mühendisliği Kongresi'nde, "Ortadoğu Bölgesi'nde Yılın Enerji Projesi" ödülünü almıştır. 98 ülkeden 17.500 üyesi ve 29 ülkede temsilciliği bulunan Association of Energy Engineers (AEE) itibar gören enerji sertifika programları ile enerji mühendisliği, enerji yönetimi, yenilenebilir enerji, sürdürülebilirlik ve ilgili alanlarda çalışmaktadır. Kuruluş, enerji yönetimi alanında faaliyet gösteren profesyonel mühendis ve bilim insanlarını bir araya getirmektedir.



Şekil 7. Dünya Enerji Mühendisliği Kongresi'nde, "Ortadoğu Bölgesi'nde Yılın Enerji Projesi" ödülü ile GAP İdaresi Üst Yönetimi ve Proje Ekibi.

3. Proje Kapsamında Yürütülmekte Olan Diğer Alt Projeler

Bir önceki bölümde anılan ve UNDP teknik desteğiyle gerçekleştirilen alt projeler sonrasında da diğer yerel ve ulusal kurumlarla çeşitli projeler yürütülmektedir.

Dicle Üniversitesi ile işbirliği içinde yürütülen "Hayvansal Atık Kökenli Model Biyogaz Tesisinin Kurulması Projesi" kapsamında 2017 yılında 20 m³ atık ve 30 büyükbaş hayvan kapasiteli mikro biyogaz tesisi kurulmuştur.

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile işbirliği içinde yürütülen "Güneş Pili Sulama Kanalı Pilot Projesi" kapsamında 2018 yılında 160 kWp gücünde kanal üstü PV tesisi kurulmuştur.

Gaziantep Üniversitesi ile işbirliği içinde yürütülen “Sürdürülebilir Yeşil Prototip Yapı Uygulaması” kapsamında 2017 yılında Yeşil yapı teknolojilerini kullanan prefabrik yapı kurulmuştur.

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile işbirliği içinde yürütülen “Güneş Pili Sulama Kanalı Pilot Projesi” kapsamında 2018 yılında 160 kWp gücünde kanal üstü PV tesisi kurulmuştur.

Harran Üniversitesi ile işbirliği içinde 2016-2018 yıllarında yürütülen “GAP Yeşil Enerji Bölgesi Kamusal Entegrasyon Projesi” kapsamında Kamu ve Hizmet için Enerji Kimlik Belgesi Çıkarılması ve Teknik Altyapı için Envanter Hazırlanması, Bölge Coğrafi ve İklim Koşullarına Uygun Pasif Yapı Teknolojilerinin İncelenmesi, Kalifiye Ara Eleman Eğitimi, GAP Uluslararası YEEV Sempozyumu düzenlenmesi, Uluslararası işbirliği faaliyetleri yürütülmüştür.

Harran Üniversitesi ile işbirliği içinde 2017-2019 yıllarında yürütülecek “GAP Yeşil Enerji Bölgesi İnteraktif Katılım Projesi” kapsamında Yenilenebilir Enerji eğitimi simulasyon/stem sınıfı oluşturulması, Yenilenebilir Enerji açık alan interaktif öğrenme havzası oluşturma, Kamu Kurumlarına Yönelik Enerji Yöneticiliği Eğitimi, Kalifiye Ara Eleman Eğitimi, Prototip CSP entegreli absorpsiyonlu çiller imalatı, Liselere Yönelik 2. Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Kolay Çözüm ve İnovasyon Yarışması faaliyetleri yürütülmektedir.

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile işbirliği içinde yürütülen “Sulama Pompalarında Enerji Verimliliğinin Arttırılması Pilot Projesi” kapsamında 2018-2019 yıllarında GAP Bölgesinde arazide çalışan pompalarda verimlilik ölçümü yapılarak, bazı pompalarda verimlilik arttırıcı pilot projeler uygulanacaktır.

ODTÜ ile işbirliği içinde yürütülen “GAP Bölgesi'nde Karbon-Nötr Ekonomiye Geçiş Etüd Projesi” kapsamında 2018 yılında GAP Bölgesi için Sanayi ve Şehirler İçin Karbon-nötr Ekonomiye Geçiş için bir eylem planı hazırlanması ve pilot proje ön fizibilitelerinin yapılması faaliyetleri yürütülmektedir. Bu eylem planı yine bir ilk olma niteliği taşımaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Projenin, 2012-2016 arasında UNDP teknik desteğiyle yürütülen fazında yukarıda özetlenen önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Çıktıların etkisini arttırmak ve yaygınlaştırmak için çeşitli çalışmalar hali hazırda GAP İdaresi tarafından yürütülmektedir. Bölge'nin YE ve EV sektörlerinde rekabetçiliğinin arttırılması için çeşitli önerilerimiz aşağıda sıralanmıştır:

- Güneş enerjisi santrallerinin kurulması için bürokratik engeller azaltılmalı, yerli teknoloji üretimi daha fazla desteklenmelidir. Küçük güçlü fotovoltaik kurulumları için başvuru ve bilgilendirme prosedürü oldukça basit tutulmalı ve kullanım teşvik edilmelidir.

- Güneş enerjili sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması için kalkınma idareleri ve ajanslar katalizör işlevi görmelidir. Bu işlevlerin en önemlisi, ilk yatırım maliyetlerinin bir kısmının (en az %50) karşılanmasını içeren teşviklerdir. Teşvik ve destek mekanizmalarında, güneş enerjili mikro sulama sistemleri ile damlama sulama vb. iyi tarım uygulamalarının da entegrasyonunun sağlanması önem arz etmektedir.
- Güneş enerjili sulama sistemlerine yönelik teşvik sisteminin uygulanması amacıyla, İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüklerinin koordinasyonunda yerel komiteler kurulmalı ve söz konusu komitelerde üniversiteler, meslek odaları, ticaret ve sanayi odaları ve benzeri kurumlardan temsilciler bulunmalıdır. Komite, teşvik mekanizmasının tasarım ve uygulanmasından sorumlu olmalıdır. Teşvik edilecek sistemlerin projeleri, değerlendirme aşamasında, değerlendirme komitesi tarafından kontrol edilip onaylanmalıdır. Hâlihazırda elektrik şebekesinden enerji alarak sulama pompası çalıştırmakta olan ve fiilen çiftçilikle uğraşan kişilere öncelik verilmelidir. Desteklenecek sistemlerin kapsamı kesin çizgilerle ve detaylarıyla belirlenmelidir. Uygulanabilirlik açısından, derin kuyu uygulamalarından önce yüzey ve kanal sulama sistemleri teşvik edilmelidir. Derin kuyu sistemleri desteklenecekse bile su ihtiyacının çok fazla olmadığı meyve bahçelerinin sulanmasına yönelik sistemler kapsam içine alınmalıdır. Gelen başvurular teknik kıstaslara göre değerlendirilmeli, her başvuru sahibinin sahası komite üyeleri tarafından mutlaka ziyaret edilmelidir.
- Biyokütle kaynaklı ısı projelerine destek ve teşvik sağlanmalıdır. Özellikle sanayii bölgelerinde kömür yakan işletmelerin biyokütle geçişleri teşvik edilmeli, pamuk ve zeytin budama atığı gibi biyokütle kaynaklarının briket yahut pellet formlarının kullanımı desteklenmelidir.
- Tarımsal atıkları kullanan biyokütle santrallerinin yaygınlaşması için çiftçi kooperatifi kuruluşları teşvik edilmelidir. Başarılı atık toplama modellerinin yaygınlaşmasını sağlayacak örnek işletme yapıları kurgulanmalı ve kurulmalıdır.
- Çiftliklerine biyogaz tesisi/sistemi kuran veya atıklarını merkezi bir tesise gönderen hayvancılık işletmelerine, tıpkı tarım teşviklerine benzer yapıda (mazot teşviği gibi), yıllık bazlı bir teşvik verilmelidir. Bu yolla, hem atık yönetimi tesis edilmesinde hem de biyogaz yatırımlarında kaynak riskinin azaltılması sağlanabilecektir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın bu tarz bir teşvik paketinin yürütülmesini sağlayacak geniş taşra teşkilatlanması ve hali hazırda yürütmekte olduğu teşvik mekanizmaları mevcuttur. İşletmelerdeki hayvan adedi ve ortalama yıllık atık miktarı belli olduğundan, senelik olarak bir merkezi

tesise teslim edilecek atık miktarı da günlük bazda kayıt altında olacak ve teşviğin kötüye kullanımını engelleyecektir.

- Biyogaz, metan içeriği dolayısıyla, saflaştırılması halinde doğalgaza denk hale getirilebilmektedir. Bu nedenle, biyogazın belirli içerik kriterlerine göre doğalgaz biçiminde satışına olanak sağlayacak bir düzenleme, ülkemizin enerji ihtiyacının ve cari açığının azaltılması adına son derece önemli olacaktır.
- İletim ve dağıtım şebekeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına bütünleşmiş olacak şekilde iyileştirilmeli, trafo bağlantı kapasiteleri arttırılmalıdır.
- Her bölgede en az bir yeşil enerji endüstri ihtisas bölgesi kurulması sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulumlarını yapan kişilere yönelik mesleki akreditasyon sağlanmalıdır.
- Enerji, bina ve sanayi sektörlerindeki tüm yasal düzenlemeler bütünlüklük bir yaklaşımla belirlenmeli ve hedeflerin takip edildiği etkin bir eşgüdüm sağlanmalıdır.
- Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda (UEVP), "Enerji denetimleri, örneğin, yıllık 1.000 TEP enerji tüketen tüm şirketler ve ticari veya hizmet amacıyla kullanılan 10.000 m²'den büyük alana sahip binalar ile toplam inşaat alanı 1.000 m²'den fazla olan veya yıllık enerji tüketimi 250 TEP üzerinde olan kamu binaları için zorunlu tutulacaktır." ifadesi yer almaktadır. Bu hedefe ulaşmak üzere, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından iller bazında kurulacak denetleme birimlerinin gözetiminde, enerji verimliliği danışmanlık (EVD) şirketleri tarafından envanter çalışmaları yapılmalı, kapsam içinde yer alan kuruluşların enerji yöneticisi istihdam etmeleri ve ISO50001 Enerji Yönetim Sistemi kurlmaları teşvik edilmelidir. Kalkınma idareleri ve kalkınma ajansları pilot proje uygulamaları düzenlemelidir.
- Tüm kamu çalışanlarına enerji tasarrufu ve kullanım alışkanlıkları ile ilgili eğitimler verilmelidir. Kullanım alışkanlıkları işyerinin enerji sorumlusu tarafından, işyeri sorumlusu ise Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından atanacak bir uzman tarafından rutin olarak denetlenmelidir.
- Sanayide enerji verimliliğinin iyileştirilmesi ve yenilenebilir enerji kullanımının arttırılmasına yönelik olarak düzenlenen mali destek programlarının etkinliğini en üst düzeyde tutmak üzere, bütçe ve destek oranları her TRC bölgesinin kendi koşullarına göre ayrı ayrı belirlenmelidir.

- İlgili merkezi ve yerel yönetim temsilcileri ile sivil toplum kuruluşlarının, uluslararası ve ulusal hedefler doğrultusunda tam bir eşgüdüm içinde çalışacakları ortam teşkil edilmelidir.
- Enerji üretim tesisleri ile yeni yerleşim alanları planlanırken, verimlilik odaklı sinerjik işbirlikleri değerlendirilmelidir.
- Tüm sektörlerde tasarruf potansiyelleri, atık ısı ve yenilenebilir enerjiden bütünleşik yararlanma imkânları mevcut olmakla birlikte, yaşanan ve çalışılan hacimleri bulunduran binaların hem yeni hem de mevcut hallerine yönelik enerji tüketimi sınırlandırması daha artırılmalı ve sahada uygulama eksiksiz kontrol edilmelidir.
- Mevcut binalarda BEP kapsamında 2017'ye kadar Enerji Kimlik Belgesi çıkarma zorunluluğu tek başına yeterli olmayıp, en az A sınıfını sağlayacak şekilde enerji-etkin yenileme zorunluluğu getirilmeli ve teşvik mekanizmaları ile desteklenmelidir.
- Yeni binalar için de en az A++ sınıfını sağlayacak tasarımların zorunluluğu gelecek için önemlidir. Özellikle “Kentsel Dönüşüm” kapsamında gerçekleşen toplu inşaatlar ya da yerel yönetimlerin yerleşime açtığı büyük ölçekli inşaat alanları hem enerji üretim hem de enerji tüketim verimliliği açısından iyileştirmeye açık alanlardır. Yenilenebilir enerjiden azami faydalanma hedefli bütünleşik tasarımlar zorunlu olarak hayata geçirilmelidir.
- Akıllı şehir yaklaşımının yaygınlaştırılması amacıyla, pilot projeler tasarlanmalı ve uygulanmalıdır.
- İlgili merkezi ve yerel yönetimlerce sürdürülebilir ulaşım yöntemleri geliştirilmeli, elektrikli araç, motorsiklet ve bisiklet kullanımının özendirilmesi amacıyla, gerekli alt yapı kurulmalıdır.
- Enerji-verimli sulama pompalarının ve enerji-verimli pompa sürücülerinin yaygınlaşması için havza bazlı bir hibe programı tasarlanmalı ve çiftçiler verimli pompa sistemleri kullanmaya teşvik edilmelidir.
- Hassas tarım ve tarımda kaynak verimliliği uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Enerji verimliliğine ilişkin, analiz ve planlama çalışmaları karbon salımını azaltma ekseninde genişletilmeli, uygulamalarda düşük karbonlu üretim ve ekonomiye geçiş teşvik edilmelidir.
- Tüm hedefler en az AB 2030 ve ötesi yeni hedefleri ile paralellik arz etmeli, düzenli gözden geçirme ve iyileştirme sağlayacak mekanizmaların teşkili esas olmalıdır.

Kaynaklar

Aksüyek H. S., Topçu Ç., Polat B., GAP Yöresinde Tarımsal Sulama Amaçlı Elektrik Tüketimi, Türkiye 10. Enerji Kongresi, Kasım 2012

Irmak S., Mardin Şanlıurfa İlleri Enerji Forumu Bildiriler Kitabı, Ocak 2011 [6] Gümüş B., Mardin Şanlıurfa İlleri Enerji Forumu Bildiriler Kitabı, Ocak 2011

Kılıç H., Tarımsal Sulama ve Enerji, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Enerji Forumu 2005

Tarımsal Sulamanın Önemi, DSİ, 2012 <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/tarim-sulama.pdf?sfvrsn=2>

<http://www.enerjiatlasi.com/>

<http://www.gap.gov.tr/site-icerik/enerji.aspx>

ŞIRNAK İLİ ÖLÇEĞİNDE GES YATIRIMLARINA TEKNOLOJİK VE FİNANSAL BAKIŞ

Mehmet Akif İlkhan¹

Dilan Alp²

ÖZ

Dünya ölçeğinde sürekli bir gelişim içinde sürmekte olan insan yaşamı, beraberinde hızlı şehirleşme, sanayileşme ve enerjiye olan talep artışına yol açmaktadır. Küresel gelişimin temel gereksinimi olan enerji, fosil yakıtlar ve yenilenebilir kaynaklardan karşılanmakla birlikte, talebin %87'si fosil yakıtlardan (petrol, kömür, doğalgaz, vb.) elde edilmektedir. Fosil yakıtların bu yoğun kullanımı çevre kirliliği, karbon emisyonu, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunların engellenmesi amacıyla politikacılar, karar mekanizmaları ve teknoloji geliştiriciler tarafından çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Bu anlamda, teknolojik olarak sağlanan en yenilikçi çözümler, gelişim için gereksinim duyulan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi yöntemidir. Bu amaçla; başta güneş ve rüzgar enerjisi olmak üzere, biyokütle, jeotermal, hidrojen ve dalga enerjisi gibi birçok yenilenebilir enerji kaynağından enerji üretim teknolojileri geliştirilmiştir.

Ülkemizde yirminci yüzyıl başlarında araştırma geliştirme faaliyetlerinin yoğunlaşması, politikaların geliştirilmesi ve ilgili yasal düzenlemelerin tamamlanmasıyla birlikte ivme kazanan yenilenebilir enerji yatırımlarında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli ile ilgili yatırımcılar için bir cazibe merkezi haline gelmiştir. Çalışma özelinde; Şırnak ili güneş enerjisi potansiyeline dair tespitler ışığında güneş enerjisi yatırımlarına genel bir bakış oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Şırnak, Güneş Enerjisi, Potansiyel, GES.

1 GARYENEV, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa. akifilkhan@harran.edu.tr

2 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Şırnak, Türkiye, 7300 dalp@sirnak.edu.tr

Technological and Financial Overview of GES Investments in Şırnak Province Scale

ABSTRACT

Human life, which is continuing in a continuous development on a world scale, leads to rapid urbanization, industrialization and increasing demand for energy. Although energy, which is the basic requirement of global development, is met by fossil fuels and renewable sources, 87% of the demand is derived from fossil fuels (petroleum, coal, natural gas, etc.). This intensive use of fossil fuels leads to environmental pollution, carbon emissions, global warming and climate change. In order to prevent these problems, various studies are carried out by politicians, decision mechanisms and technology developers. In this sense, the most technologically advanced solutions are the means of obtaining the energy needed for development from renewable energy sources. For this purpose; Energy production technologies have been developed from many renewable energy sources such as solar and wind energy, biomass, geothermal, hydrogen and wave energy.

In our country, in the early twentieth century, in the renewable energy investments that have gained momentum with the intensification of research and development activities, the development of policies and the completion of the relevant legal regulations, the Southeast Anatolia Region has become a center of attraction for the investors related to its solar energy potential. In the study; An overview of solar energy investments has been established in light of the solar energy potential of Şırnak province.

Keywords: Şırnak, Solar Power, Potential, GES.

1. GİRİŞ

Büyüme ve kalkınma hedefleri olan gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sürekli artan bir enerji ihtiyacı ile birlikte, alternatif enerji kaynaklarına olan rağbet de artmaktadır. Sürdürülebilir bir kalkınma modeli oluşturmada ise en önemli parametrelerden biri tükenmekte olan fosil yakıtların yerine çevre bilinci altında temiz enerji kaynaklarının değerlendirilmesi yer almaktadır. Temelde bu amaçlara hizmet etmek üzere geliştirilen teknolojiler, aynı zamanda kazançlı bir yatırım aracı olarak da hayatımızda hızla yer edinmeye başlamışlardır.

Dünya genelinde en yaygın potansiyele sahip yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş, ülkemizin tamamında yatırım yapılabilir bir kaynak oluşturmaktadır. Özellikle ülkemizin güney bölgelerinde yüksek ışıma şiddeti ve uzun ışıma süreleri, yapılacak olan yatırımların karlılığını arttırmakta ve bu sayede güneş enerjisi teknolojilerinin yaygınlaşmasına olanak tanımaktadır.

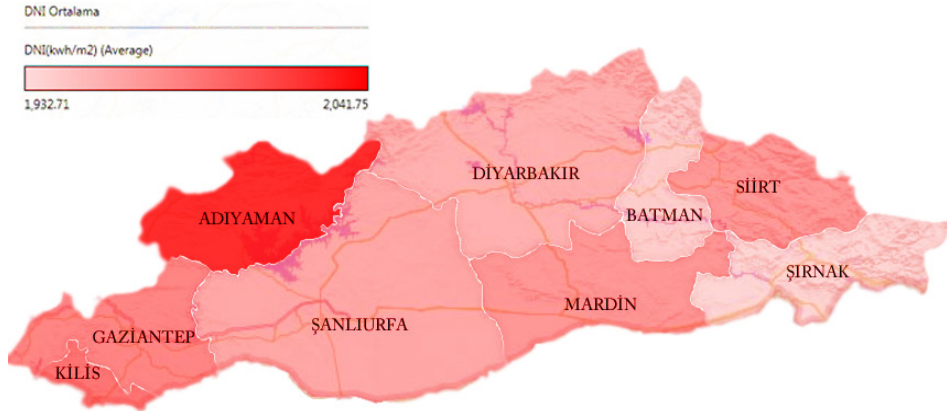
Şırnak ili özelinde ise; mevcut potansiyel belirsizliği, kalifiye insan gücü ve kaynak yetersizlikleri nedeniyle yenilenebilir enerji yatırımları gerçekleştirilmemiştir. Bu çalışma kapsamında, Şırnak ilinin ilgili alanlarda cazibesini arttırabilmek amacıyla Şırnak ilinin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyelinin tespiti ve yatırım yapılabilirliğinin irdelenmesine yer verilmiştir.

2. YÖNTEM

Harran Üniversitesi, GAP Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi (GAP YENEV) tarafından Solar Med Atlas yazılımı sayesinde elde edilen veriler ışığında Güneydoğu Anadolu Bölgesine ait güneşe enerjisi ışınım haritaları elde edilmiştir. Solar Med Atlas yazılımı Türkiye, Suriye, Ürdün, İsrail, Lübnan, Mısır, Libya, Tunus, Cezayir, Fas, Filistin ve Moritanya ülkelerine ait DNI ve GHI verilerini barındırmaktadır. Yazılımdaki veriler belirtilen ülkelerin meteoroloji istasyonlarından ve dünya gözlem uydu verilerinin işlenmesinden elde edilmiştir.

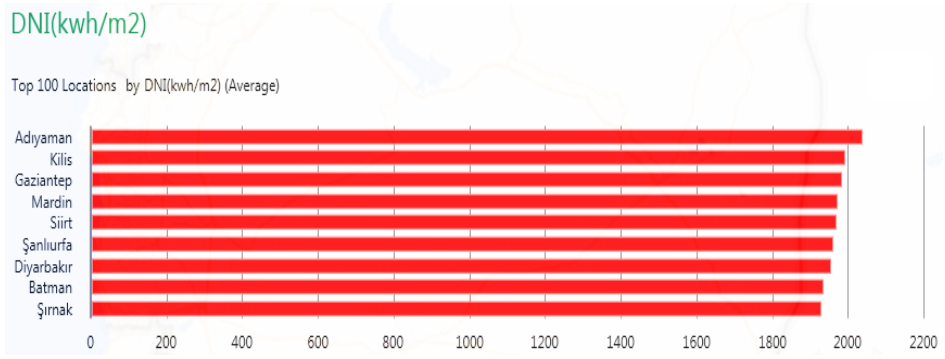
2.1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Güneş Enerjisi Potansiyeli

Solar Med Atlas ile elde edilen verilere göre, Güneydoğu Anadolu direkt normal ışınım (DNI) ortalaması 1932 kWh/m²-yıl ile 2041 kWh/m²-yıl değerleri Şekil 1' deki gibi elde edilmiştir.



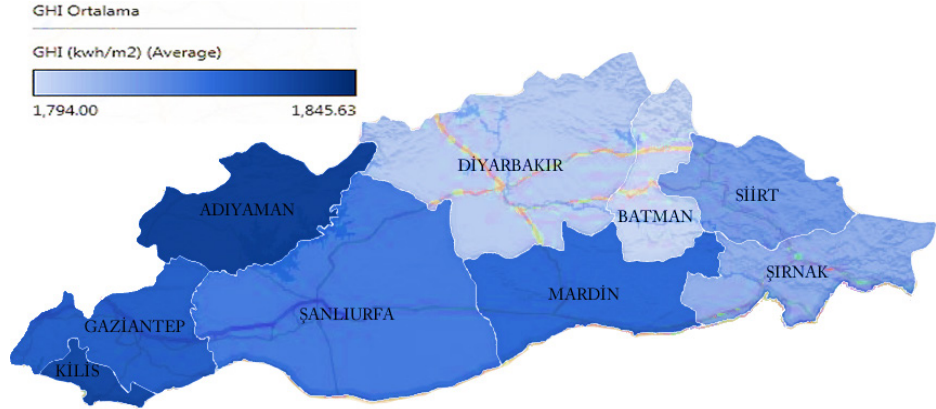
Şekil 1. Güneydoğu Anadolu DNI ortalama değer haritası (GAP YENEV, 2014)

Direkt normal ışınımının (DNI) Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illere göre değerleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Bu değerlere göre Direkt normal ışınım (DNI) değeri en düşük Şırnak ilinde en yüksek ise Adıyaman ilinde görülmüştür.



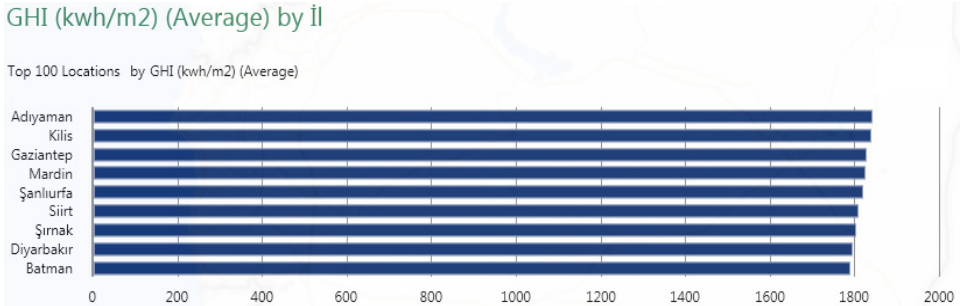
Şekil 2. Güneydoğu Anadolu DNI ortalama değerleri (GAP YENEV, 2014)

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yatay toplam ışınım (GHI) ortalama 1794 kWh/m²-yıl ile 1845 kWh/m²-yıl değerleri arasında değişmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi yatay toplam ışınım (GHI) potansiyeli haritası.

Yatay toplam ışınım (GHI) Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illere göre değerleri Şekil 4'de gösterilmiştir. Bu değerlere göre Yatay toplam ışınım (GHI) değeri en düşük Batman ilinde en yüksek ise Adiyaman ilinde görülmüştür.



Şekil 4. Yatay toplam ışınımının (GHI) Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illere göre değerleri.

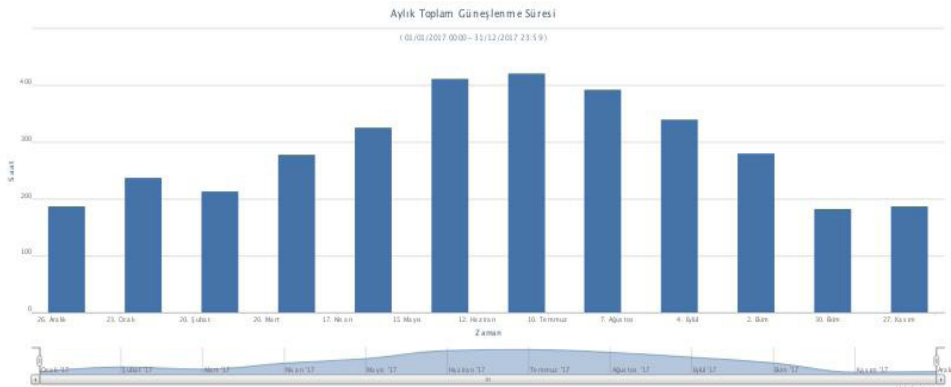
3. BULGULAR

Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki illere ait verilerin görüldüğü Şekil 1 ve Şekil 2' den de anlaşılacağı üzere Bölgenin en düşük potansiye sahip ili de Türkiye ortalamasının üzerinde bir ışımaya şiddetine sahiptir. Bu değerlere göre, Şırnak iline gelen Direkt normal ışınım (DNI) değeri yaklaşık 1900 kWh/, Yatay toplam ışınım ise yaklaşık olarak 1800 kWh/ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca elde edilen bu veriler Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü içerisinde bulunan Meteoroloji istasyonu verileriyle karşılaştırıldığında benzer değerler olduğu teyit edilmiştir. Bu bilgiler ışığında Şırnak ili Güneş Enerjisi Santrali kurmak için gayet yeterli bir ışınım potansiyeline sahiptir.

Harran Üniversitesi içerisinde 2013 yılından beri GES fizibilite çalışmaları için Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü içerisine kurulmuş olan meteoroloji istasyonuna göre günlük güneşlenme sürelerinin ortalamalarını gösteren veriler Şekil 5 ve Şekil 6' da görülmektedir. 2013-2018 yılları arasında alınan verilere göre yıllık ortalama güneşlenme saati ortalaması 9,16 saat/gün olarak hesaplanmıştır.

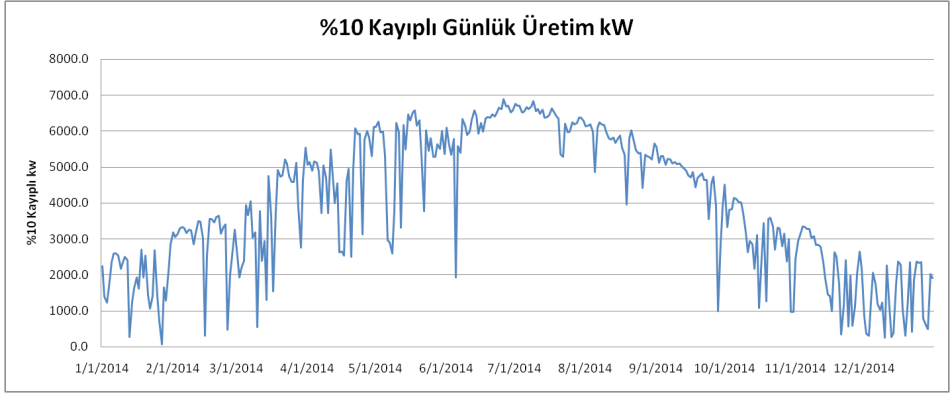


Şekil 5. 2014-2017 yılları Aylık Toplam Güneşlenme Süreleri.



Şekil 6. 2017 yılı Aylık Toplam Güneşlenme Süreleri

Lisanssız Elektrik Üretim Tesisleri yönetmeliği doğrultusunda Şırnak ili içerisinde kurulacak bir Güneş Enerjisi Santrali'nin elde edilen ışımaya şiddeti ve ışımaya süreleri verilerine bağlı olarak muhtemel üretim grafiği Şekil 7'deki gibi oluşturulmuştur.



Şekil 7. 1 MWp kurulu güce sahip GES için 2014 yılı verileri kullanılarak elde edilen üretim grafiği.

%10'luk işletme kayıpları göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamada 1 MWp kurulu güce sahip GES tesisinin yıllık toplam üretim gücü yaklaşık olarak 1.5 GWh bulunmuştur.

4. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Lisanssız Elektrik Üretimi Yönetmeliği ve ilgili mevzuatlarınca Güneş Enerji Santrallerinin kWh elektrik satış bedeli 13,3 \$cent olarak belirlenmiştir. Şırnak ili gerçek zamanlı verileri doğrultusunda, 1 MWp kurulu güce sahip tesislerin yıllık satış getirisi (%10 işletme giderleri dahil edildiğinde) yaklaşık olarak 180.000 \$ olarak hesaplanmaktadır.

Teşekkür

Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı'nı düzenleyerek Üniversiteler, Kamu Kurum ve Kuruluşları ve İş Dünyası'nı bir araya getirmeyi başaran Şırnak Üniversitesi ve Dicle Kalkınma Ajansı'na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Climate Initiative of the Germany Ministry of Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety,
<http://www.solar-med-atlas.org/solarmedatlas/map.htm#c=37.777225,39.314575&t=ghi&z=7>
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi, <http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>.
- GAP Renewable Energy and Energy Efficiency Center, <http://gapyenev.harran.edu.tr>
<http://193.140.15.79/ds/dashboard.aspx>.
- Hoyer-Klick C., Wald L., Menard L., Blanc P., Wey E, Suri M., Cebecauer T., Huld T., Allal H., Bida A., Mahmoud M., Lorych L., Puig D., Caner M., Schroedter-Homscheidt M., Schillings C., Wanderer T., 2011. Solar Atlas for the Southern and Eastern Mediterranean. Proceedings of the ISES Solar World Congress 2011, Kassel, Germany.
- LİVATYALI H., YILDIRIM T., “Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Teknolojisindeki Gelişmeler”, Mühendis ve Makina, Sayı: 633, Ekim 2012
- Rectified solar energy potential atlas of southeastern anatolia region, SolarTR 2014, İzmir, Turkey.
- TRC2 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporu, Karacadağ Development Agency, 2010
- ŞAHMAL A. E., “Kamusal Yapılarda Güneş Enerjisinin Pasif Kullanımı ve Tasarıma Yansımaları”, Tesisat Mühendisliği, Sayı: 126, Kasım-Aralık 2012
- <http://www.solar-med-atlas.org/>

ŞIRNAK JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

Mehmet Haskul¹

ÖZ

Fosil kaynakların yakın bir gelecekte tükenecek olmaları, çevre ve insan için geri dönüşümü olmayan tehlikeler yaratmaları, gelişen teknolojiyi beslemekte yetersiz kalmalarından dolayı insanları temiz, sürdürülebilir, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Dünyada ve Türkiye’de hızla artan bir oranda yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan jeotermal enerji dışa bağımlı olmadan sadece kendi kaynakların kullanılmasını sağlayan ve günlük iklim şartlarından etkilenmeyen önemli bir temiz enerji kaynağıdır. Türkiye GAP bölgesinde yer alan Şırnak ilinde farklı yerlerde bulunan sıcaklıkları 20°C ile 70°C arasında değişen 4 tane jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklar farklı sıcaklıklarda olup bazıları termal turizm olarak faaliyet göstermektedir. Şırnak’ta bulunan jeotermal kaynakların daha detaylı incelenmesi ve buna yönelik stratejilerin yapılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Jeotermal enerji, Jeotermal enerji kullanımı, Şırnak jeotermal kaynaklar.

Sirnak Geothermal Energy Potential

ABSTRACT

Fossil resources have led people to clean, sustainable, renewable energy sources because they will be consumed in the near future, creating non-recyclable hazards for the environment and human beings, inadequate to feed the developing technology. Renewable energy sources are used in a rapidly increasing rate in the world and Turkey. Geothermal energy, one of the renewable energy sources, is an important source of clean energy that allows only the use of its own rocks without external dependence and is not affected by the daily climate conditions. There are 4 geothermal resources in different places in Sirnak with temperatures ranging from 20 to 70. These sources are at different temperatures and some are operating

¹ Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 73100 Şırnak/Türkiye meh-methaskul@sirnak.edu.tr

as thermal tourism. It is necessary to investigate the geothermal resources in Şirnak in more detail and to perform strataejiler for this purpose.

Keywords: Geothermal energy, Geothermal energy use, Şirnak geothermal resources.

1. GİRİŞ

Artan nüfus ve teknolojik gelişmelerden kaynaklanan enerji ihtiyacı, fosil yakıtların kısıtlı olması ve yenilenememesi, maliyet fazlalıkları, olumsuz çevre etkileri, ve fosil yakıtların çevreye verdiği kirlilik göz önüne alındığında ülkeleri yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Hızlı gelişmenin yarattığı tüketim artışı ve kaynak kullanımında fosil yakıtların giderek azalan kaynakları nedeniyle Türkiye’de de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ülkemiz, fosil kaynaklar bakımından sınırlı ve kendine yetemeyecek bir kaynağa sahiptir. Ülkenin gelişmesi ve enerji ihtiyacının artması ülkemizde bulunan alternatif enerji kaynaklarına eğilimi arttırmıştır. Ülkemiz coğrafi ve tektonik yapısından dolayı birçok yenilenebilir enerji kaynağına sahiptir. Bu enerji kaynaklarından biride jeotermal enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji, yerin derinliklerinde kayalar içinde birikmiş olan ısının akışkanlarca taşınarak rezervuarlarda depolanması sonucu oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal enerjiyi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından (güneş ve rüzgâr gibi) ayıran en büyük özellik herhangi bir meteoroloji olayının etkisinde olmamasıdır. Buda jeotermal enerjiyi daha kullanılabilir ve sürdürülebilir enerji haline getirmektedir. Günümüzde enerji sadece ihtiyacı karşılamak için değil aynı zamanda çevreye ve insan sağlığına etkileri de göz önüne alınmaktadır. Bundan dolayı temiz ve sürdürülebilir enerji kaynağı olan jeotermal enerji ülkemizin önemli enerji kaynaklarından biridir.

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI JEOTERMAL ENERJİ

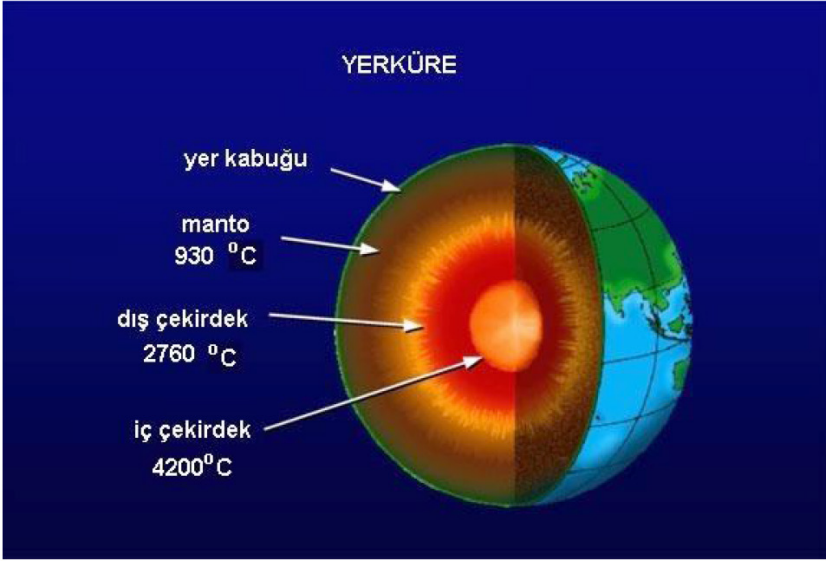
Jeotermal enerji yerkürenin iç ısısıdır. Bu ısı merkezdeki sıcak bölgeden yeryüzüne doğru yayılır. Jeotermal kaynakların üç önemli bileşeni vardır:

1. Isı kaynağı,
2. Isıyı yeraltından yüzeye taşıyan akışkan,
3. Suyun dolaşımını sağlamaya yeterli kayaç geçirgenliği.

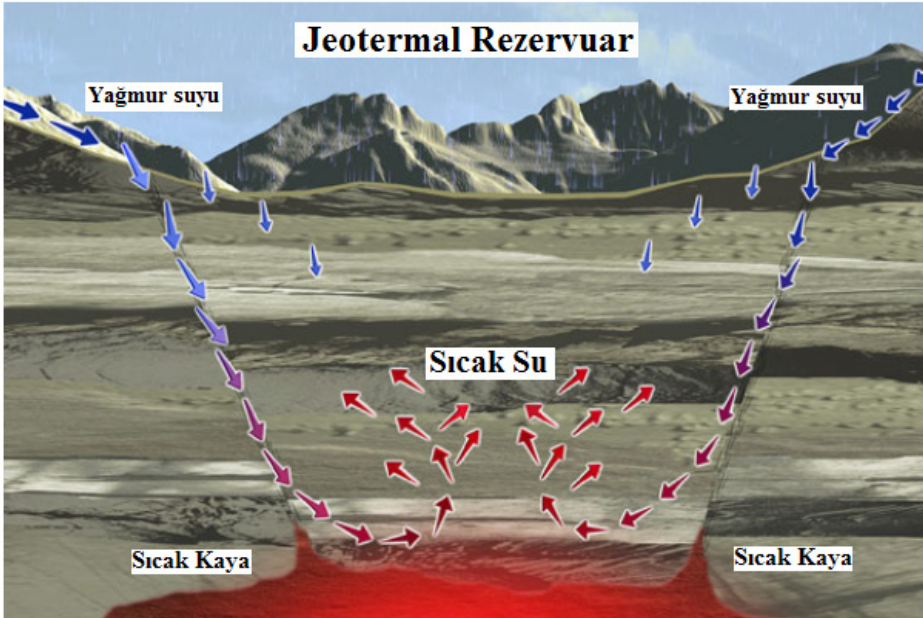
Jeotermal alanlarda sıcak kayaç ve yüksek yeraltı suyu sıcaklığı normal alanlara göre daha sığ yerlerde bulunur. Bunun başlıca nedenleri arasında:

- Magmanın kabuğa doğru yükselmesi ve dolayısıyla ısıyı taşınması,
- Kabuğun incelendiği yerlerde yüksek sıcaklık farkı sonucunda oluşan ısı kışı,

- Yeraltı suyunun birkaç kilometre derine inip ısındıktan sonra yüzeye doğru yükselmesi (ETKB)



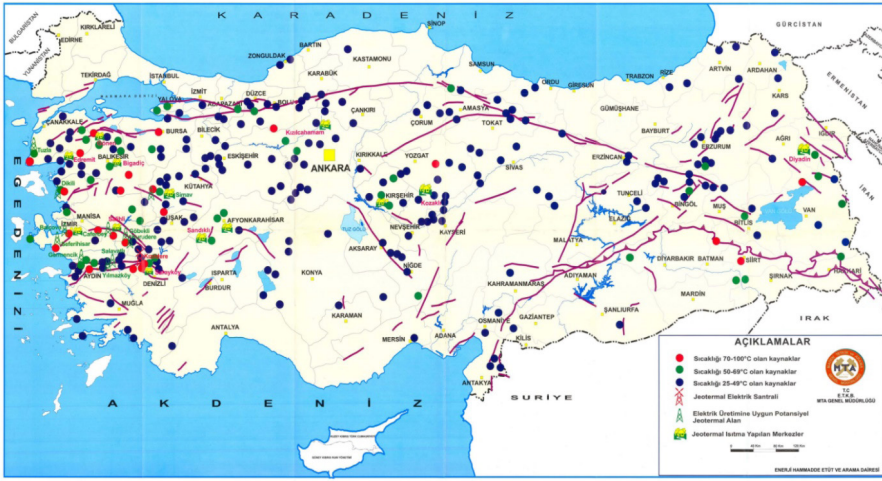
Şekil 1. Yerküre sıcaklık dağılımı (10. Kalkınma planı)



Şekil 2. Jeotermal rezervuarın oluşumu (Dağdaş, A.)

2.1. Türkiye’de Jeotermal Enerji Kaynak Potansiyeli

Ülkemizin jeotermal potansiyeli teorik olarak 31.500 MW’tır. Ülkemizde potansiyel oluşturan alanların %78’i Batı Anadolu’da, %9’u İç Anadolu’da, %7’si Marmara Bölgesinde, %5’i Doğu Anadolu’da ve %1’i diğer bölgelerde yer almaktadır. Jeotermal kaynaklarımızın %90’ı düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi v.s.) için uygun olup, %10’u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur (MTA, 2017).



Şekil 3. Türkiye jeotermal kaynaklar dağılımı ve uygulama haritası (MTA, 2017)

Ülkemizde yer alan jeotermal kaynaklar yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Bugün için ülkemizde elde edilen jeotermal enerjiden elektrik üretimi, ısıtma (sera ve konut), termal ve sağlık turizmi, endüstriyel mineral eldesi ve kurutmacılık gibi alanlarda yararlanılmaktadır. Ülkemizde Jeotermal Enerji uygulamalarında ilk elektrik üretimi 1975 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından kurulan ve 0,5 Mwe güce sahip Kızıldere Santrali ile başlatılmıştır.

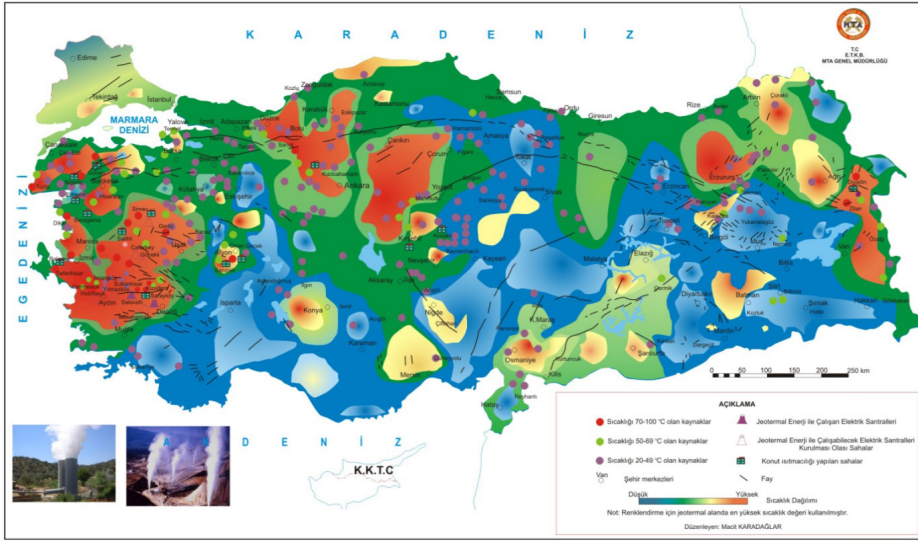
Dünyada jeotermal enerji kurulu gücü 2016 yılı verilerine göre 12.8 MWe düzeyindedir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ilk 5 ülke; ABD, Filipinler, Endonezya, Meksika ve Yeni Zelanda şeklindedir. Elektrik dışı kullanım ise 70.329 MWt olup, Dünya’da doğrudan kullanım uygulamalarındaki ilk 5 ülke ise Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve İzlanda’dır.

Jeotermal kaynakların arama ve ortaya çıkarılması çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1962 yılında başlatılarak bugüne kadar getirilmiş olup 287,5 °C sıcaklığa kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı jeotermal kaynaklar keşfedilmiştir.

1990’lı yıllardan 2004 yılına kadar uygulanan politikalardan dolayı durma noktasına gelen jeotermal enerji arama çalışmalarına hız verilmiş ve sondajlı

jeotermal enerji aramaları 2.000 m' ler den 28.000 m lere, jeotermal enerji aramaları için MTA Genel Müdürlüğüne sağlanan ödenek ise yaklaşık 10 katına çıkarılmıştır.

2005 yılından itibaren Bakanlığımız desteğiyle, mevcut kaynakların geliştirilmesi ve yeni kaynak alanlarının aranması çalışmalarına ağırlık verilmesi nedeniyle, 2004 sonu itibari ile 3100 MWt olan kullanılabilir ısı kapasitesi, 2017 yılı Kasım sonu itibari ile ilave 233.000 metre sondajlı arama tamamlanarak, ilave 1900 MWt ısı enerjisi artışı sağlanmıştır (MTA, 2017).



Şekil 4. Türkiye jeotermal kaynaklar dağılımı ve uygulama haritası (MTA, 2017)

MTA tarafından 173 adet olan keşfedilmiş jeotermal saha sayısı da sondajlı aramalarla 10 adedi elektrik üretimine uygun olan yeni sahaların keşfiyle 234 sahaya çıkarılmış olup, bugüne kadar toplam 618 adet, 392.000 metre sondajlı arama çalışması yapılarak doğal çıkışlar dahil açılan kuyularla 5000 MWt ısı enerjisi elde edilmiştir.

2008 yılında, Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun yürürlüğe girmesi ve özel sektörün de jeotermal arama, geliştirme ve yatırım çalışmalarında devreye girmesiyle, ülkemiz toplam jeotermal ısı kapasitesi (görünür ısı miktarı) 15.500 MWt'e ulaşmıştır.

2008 yılından bugüne kadar 16 adedi elektrik üretimine uygun toplam 100 adet saha ihale yoluyla yatırımcıya devredilmiştir. MTA tarafından açık ihale usulü ile yatırımcıya devredilen jeotermal kaynaklarda yapılan yatırımlarla jeotermal kaynaklar, ekonomi ve istihdama en büyük katkı sağlayan sektör haline gelmiştir.

Ülkemizin her tarafında yayılmış 1000 adet civarında doğal çıkış şeklinde değişik sıcaklıklarda birçok jeotermal kaynak mevcuttur. Ülkemizin jeotermal potansiyeli teorik olarak 31.500 MW'tır. Ülkemizde potansiyel oluşturan alanların %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır (MTA, 2017).



Şekil 5. Türkiye jeotermal enerji kaynakları (MTA, 2017)

Jeotermal kaynaklarımızın %90' ı düşük ve orta sıcaklıklı olup, doğrudan uygulamalar (ısıtma, termal turizm, mineral eldesi vs.) için uygun olup, %10' u ise dolaylı uygulamalar (elektrik enerjisi üretimi) için uygundur. 2008 yılında, Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun yürürlüğe girmesi ve özel sektörün de jeotermal arama, geliştirme ve yatırım çalışmalarında devreye girmesiyle, ülkemiz toplam jeotermal ısı kapasitesi (görünür ısı miktarı) 15.500 MW't'e ulaşmıştır (MTA, 2017).

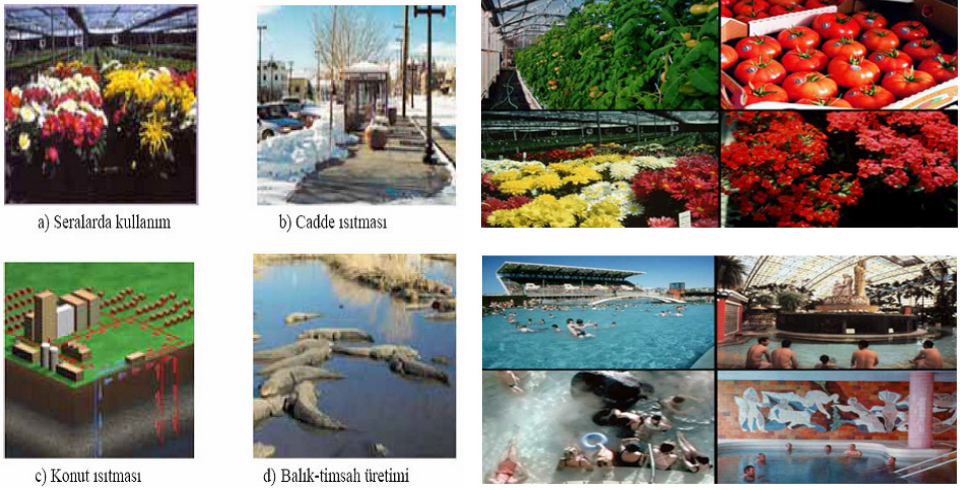
2.2. Türkiye'de jeotermal enerjinin kullanım alanları

Jeotermal kaynak ile;

- Elektrik Enerjisi Üretimi,
- Merkezi Isıtma, Soğutma (Air-Conditioning), Sera Isıtması
- Endüstriyel Amaçlı Kullanım, Proses Isısı Temini, Kurutma
- Kimyasal Madde Ve Mineral Üretimi, Karbondioksit, Gübre, Lityum, Ağır Su, Hidrojen
- Kaplıca Amaçlı Kullanım (Termal Turizm)
- Düşük Sıcaklıklarda (30 °C) Kültür Balıkçılığı
- Mineralli Su Olarak İçilerek Kullanımı gerçekleştirilmektedir (Mertoğlu, O., 2017).



Şekil 6. Jeotermal enerji kaynaklı elektrik üretim santrali (ETKB)



Şekil 7. Jeotermal enerji ısı kaynağı olarak kullanıldığı alanlar (ETKB)

Tablo 1. Türkiye’de Jeotermal Mevcut Durum (TJD)

Değerlendirme	Kapasite
Jeotermal Merkezi Isıtma (Şehir, Konut)	116000 Konut Eşdeğeri (1033 Mwt)
Sera Isıtması	4283 DÖNÜM (820 Mwt)
Kaplıca Tesisleri, Termal Oteller Ve Devremülk Tesislerinin Isıtması	46.400 Konut Eşdeğeri (420 Mwt)
Oteller, Kaplıcalar, Devremülklerde Kullanılan Termal Suyun Isı Enerjisi	400 Kaplıca (1005 Mwt) (Yılda 18,5 Milyon Kişi)
Meyve Sebze Kurutma	1,5 Mwt
Jeotermal Isı Pompası	42,8 Mwt
Toplam Isı Kullanımı	3322,3 Mwt (320.000 Konut Eşdeğeri)
Toplam Elektrik Üretimi	1050 Mwe (Aydın-Germencik, Denizli-Sarayköy, Aydın Salavatlı, Aydın-Hıdırbeyli, Çanakkale-Tuzla)
Karbondioksit Üretimi	240 Bin Ton/Yıl

Tablo 2. Türkiye’de elektrik üretiminde faaliyet gösteren en büyük on jeotermal santraller (TJEA)

Sıra	Santral Adı	İl	Firma	Kurulu Güç
1	Kızıldere 3 JES	Denizli	Zorlu Enerji	165 MW
2	Efeler JES	Aydın	Güriş Holding	115 MW
3	Kızıldere 2 JES	Denizli	Zorlu enerji	80 MW
4	Pamukören JES	Aydın	Çelikler Enerji	68 MW
5	Galip Hoca Germencik JES	Aydın	Güriş Holding	47 MW
6	Alaşehir JES	Manisa	Zorlu Enerji	45 MW
7	Maren JES	Aydın	Kipaş Holding Enerji Grubu	44 MW
8	Dora 3 JES	Aydın	MB Holding	34 MW
9	Greeneco JES	Denizli	Greeneco Enerji	26
10	Enerjeo Kemaliye Santrali	Mnisa	Enerjeo Kemaliye Santrali Üretim	25 MW

Tablo 3. Türkiye Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin Mevcut Durumu (TJD)

Yer	Jeotermal ile ısıtılan Konut Sayısı	İşletmeye alma	Jeotermal su sıcaklığı(°C)	Kapasite MWt	Jeotermal saha ile şehir arasındaki mesafe (km.)
Balçova & Narlıdere	35000	1983	140	243	3
Gönen	3400	1987	80	19	2
Simav	14500	1991	125	92	5
Kırşehir	1900	1994	57	20	1
Kızılcacahamam	2500	1995	70	28	2
Afyon	10000	1996	95	127,5	15
Kozaklı	3000	1996	90	34	2
Sandıklı	11000	1998	75	119	10
Diyadin	570	1999	70	62	5
Salihli	7500	2002	94	57	6
Sarayköy	2500	2002	95	19	10
Edremit	5500	2003	60	39	4
Bigadiç	1500	2005	96	7	18
Dikili	2000	2009	125	19	10
Bergama	450	2009	70	3	8
Sorgun	1500	2008	80	19	2
Sındırgı	300/3000	2014	98	24	12

Tablo 4. Türkiye’de jeotermal ısı ile sera alanları ve tahmini güç (Dağıstan, H., 2013)

Yer	Sera Alanı (m ²)	Tahmini Güç (MWt)
Afyon	5000	9.80
Afyon-Sandıklı	81475	15.97
Ağrı-Diyadin	2000	0.4
Ankara-Kızılcahamam	500	0.1
Aydın-Gümüşköy-Germencik-Sultanhisar	134000	19.87
Denizli-gölemezli	110000	21.56
Denizli-Yenicekent	53400	29.94
Denizli-Sarayköy	152740	29.94
İzmir-Balçova	17000	3.33
İzmir-Bergama	80000	18.68
İzmir-Dikili	880000	172.48
Kırşehir-Mahmutlu	100000	19.6
Kütahya-Simav-eynal	310000	60.76
Manisa-Salihli	250000	49
Nevşehir-Kozaklı	67000	13.13
Şanlıurfa-Karaali	424000	33.32
Yozgat-Sarıkaya	97415	9.29
Yozgat-Sorgun	47391	2
Yozgat-Yerköy	10200	11.16
Yozgat-Boğazlıyan	56916	11.16
TOPLAM	2,924,037.00	506.7

Tablo 5. 2014 – 2018 dönemi Türkiye’nin jeotermal değerlendirme projeksiyonu (10. Kalkınma Planı 2014-2018)

Jeotermal Uygulama	2018 yılı tahmini hedefleri	İlave ek yatırım (USD) (2018’e kadar)
Elektrik Üretimi	750MWe (6 Milyar kWh)	2,0 Milyar USD
Isıtma (Konut, otel, termal tesis vb)	4000 MWt (500.000 konut eşd.)	1,4 Milyar USD
Sera Isıtma	2040 MWt (600 dönüm)	300 Milyon USD (kuyular dahil)
Kurutma vb.	500 MWt (500.000 ton/yıl)	180 Milyon USD
Termal Turizm	1100 MWt (400 kaplıca eşd)	1,2 Milyar USD
Soğutma	300 MWt (50.000 konut eşd.)	300 Milyon USD
Balıkçılık + diğer kullanımlar	400 MWt	150 Milyon USD
Toplam doğrudan kullanım	8340 MWt	% Milyar 530 Milyon USD

2.2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Şırnak İli Jeotermal Enerji Potansiyeli

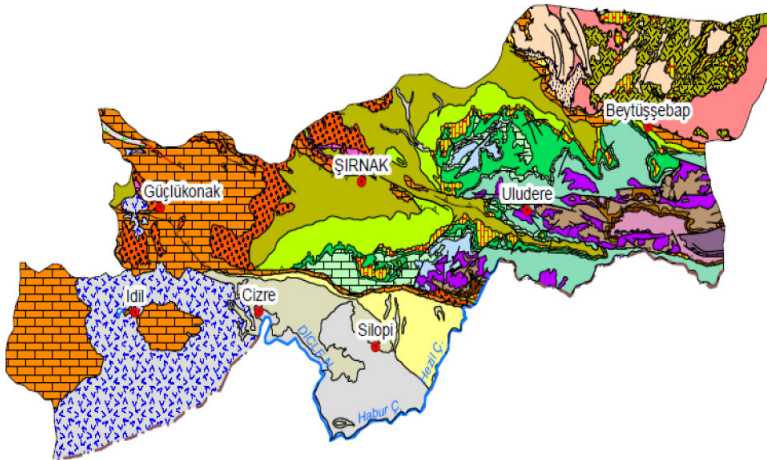
Jeotermal Enerji, yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklığı sürekli 20°C'den fazla olan ve çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineral, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhar olarak tanımlanabilir.

Jeotermal enerji, düşük (20-70°C), orta (70-150°C) ve yüksek (150°C'den yüksek) entalpili (sıcaklıklı) olmak üzere genelde üç gruba ayrılmaktadır. Güneydoğu bölgesinde bulunan jeotermal kaynaklar ve su tipi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Güneydoğu bölgesinde bulunan jeotermal kaynakların su tipi (Baba, A., vd, 2015)

Şehir	Lokasyon	pH	T(°C)	Su Tipi
Gaziantep	Kartalköy	11.65	22.5	Na-Ca-Cl
Diyarbakır	Çermik	7.27	51	Na-HCO ₃ -Cl
Batman	Kozlu-Taşlıdere	6.16	84.5	Na-Cl
Siirt	Billoris	6.40	33.1	Ca-Na-SO ₄ - HCO ₃ -Cl
Siirt	Lif Kaplıcası	6.50	33.7	Ca-Na-SO ₄ - HCO ₃ -Cl
Mardin	Ilısu (Germav)	6.55	56.6	Ca-SO ₄
Şırnak	Belkısana (Hısta)	6.77	62.2	Ca-SO ₄
Şırnak	Zümrüt Kaplıcası	6.75	44	Ca-Na- HCO ₃ -Cl
Şırnak	Kaniyagerm	7.21	21.1	Ca-Mg-SO ₄ - HCO ₃
Şırnak	Nasfaran- ikizce	8.96	20.04	Na- HCO ₃ -Cl
Şırnak	Nasfaran- ikizce	8.01	22.7	Na- HCO ₃ -Cl

2.2.1. Şırnak ili Güçlükonak İlçesi Hısta Jeotermal Kaynağı



Şekil 8. Şırnak ili jeoloji haritası (MTA, 2009)



Hısta Kaplıcası; Güçlükonak İlçesi Düğünyardu köyü yakınında, Dicle ırmağı kıyısındadır. Mevcut debinin arttırılabileceğini gösteren hidrojeolojik şartlar mevcuttur. Kaplıca banyosu romatizmal hastalıklar ile kadın hastalıklarında yararlı olmaktadır.

Şekil 9. Hısta Jeotermal Kaynağının Çıkış Yeri (Özel ve Bekişoğlu, 2002)



Şekil 9. Hısta Jeotermal havuzu (Şırnak il kültür turizm müdürlüğü).



Zümrüt Dağı Kaplıcası; Beytüşşebap İlçe merkezine 7 km uzaklıktaki Ilıcak köyündedir. Debisi 1 lt/sn olarak tahmin edilmektedir. Kaplıca suyu tortulu olduğundan içilmez. Su banyosu ise cilt, böbrek ve romatizmal hastalıklara yararlı olmaktadır.

Şekil 9. Hista Jeotermal havuzu (Şırnak il kültür turizm müdürlüğü)

Besta Kaplıcası; İl Merkezinin 30 km kuzeydoğusundadır. Biri çamur banyosu, diğeri su banyosu ve içme olarak yararlanılan iki kaplıca halindedir. Cilt, kadın hastalıkları ve romatizmal hastalıkların şifa bulduğu bu kaplıcalara yaya veya binek hayvanıyla ulaşılabilir.

Nasfaran Kaplıcası; Merkez Kumçatı Beldesi ne birkaç km uzaklıktaki bu kaplıca da biri çamur banyosu olarak, diğeri banyo ve içme olarak yararlanılan iki kaynak bulunmaktadır. Çamur banyosunun sivilce, egzama ve mantar hastalıkları kesin tedavi ettiği söylenmektedir (Şırnak İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2018).

Hista kaplıcası kimyasal analizi Refik Saydam Merkez Hıfzısıhha Enstitüsünün kaplıcaya ait 19 Eylül 1964 tarihinde 2523 sayılı tahlil raporu aşağıda belirtilmiştir. *Suyun mevkii: Hista Kaplıcası (Koçtepe Köyü)*

Tablo 7. Hista kaplıcası tahlil raporu.

Görünür	Berrak	Kasyonlar	Mgr	Milival
Tortu	Az var	Sodyum iyonat	287244	12489
Amonyak	Var	Kalsiyum (Ca)	204000	10200
HS (litrede) Kükürtlü hidrojen	782 Mgr	Magrasyum (Mgr)	67200	5600
Uzvi madde için sarf olunan oksijen	232 Mgr	Demir Alüminyum (Fe, Al)	5528	400
Serbest karbondioksit gazı	yok	İyon	28689	

Tablo 7 devamı, Hista kaplıcası tahlil raporu

Anyonlar	Mgr	Milival
Metesilkat iyonu (H ₂ , Si, O ₃)	80600	400
Hidrokarbonat HeO ₃ H	244000	3352
Klor İyonu (Cl)	119000	21337
Sülfat İyonu (SO ₄)	1024000	---
Nitrat	---	---
Nitrit	---	---
Kurul hülasa	1850	---

Tablo 7 devamı, Hista kaplıcası tahlil raporu

İyonlar	mg/l	Milival/l	%milival
Amonyum NH ₄	12.2000	0.6777	2.6295
Lityum Li	0.0116	0.0016	0.0062
Sodyum Na	33.8757	1.4735	5.7164
Kalsiyum Ca	243.000	17.1500	66.5347
Magnezyum Mg	72.3010	5.9506	23.0853
Demir Fe	0.3250	0.0116	0.0450
Alüminyum Al	0.2725	0.0303	0.1175
Çinko Zn	0.1300	0.0039	0.0151
Toplam	480.778	25.7765	100.00

Türkiye Maden Suları Raporu 31 Mayıs 1975 tarihinde alınan rapor aşağıda tablo şeklinde verilmiştir.

Tablo 8. Hista kaplıcası iyon tahlil raporu (TMSR)

Metasilikat asidi H ₂ SiO ₃	37.1800
Metaborik asit HB ₂	1.0125
Toplam sülfür SH ₂	273.5000
Toplam	310.68
Genel Toplam	1361.4817

Tablo 8 devamı. Hista kaplıcası iyon tahlil raporu (TMSR)

Klorür Cl	210.000	5.9238	22.9401
İyodür İ	0.0400	0.0003	0.0011
Bromür Br	0.0500	0.0006	0.0023
Flourür F	2.3000	0.1211	0.4689
Sülfat SO ₄	800.000	16.6666	64.5421
Nitrat NO ₃	0.4430	0.0071	0.0274
Nitrit	---	---	---
Hidrofosfat HPO ₄	0.2777	0.0057	0.0220
Bikarbonat HCO ₃	225.7000	3.1000	12.0048
Hidro Arsenat HASO ₄	0.2128	0.0030	0.0116
Toplam	1050.8017	26.8047	100.00

Tablo 9. Hista kaplıcası gaz içeriği tahlil raporu (TMSR)

Serbest karbondioksit	30.80	mg/l
Serbest kükürtlü hidrojen	210.0	mg/l
Serbest oksijen	---	mg/l

Tablo 10. Hısta kaplıcası fiziko-kimyasal özellikleri (TMSR)

İletkenlik	1.9 x 10 ⁻³ mho
Sıcaklık	63 °C
PH	6.9

Tablo 11. Hısta kaplıcası radyoaktivite özellikleri (TMSR)

Toplam alfa aktivitesi	491.08 ± 18.76 Pci/l
Toplam beta aktivitesi	112.50 ± 5.77 Pci/l
Radon Rn222	1471 Pci/l
Radyum Ra226	63.46 Pci/l
Uranyum 228	0.400 mikrogr/l
Debi	2.5 l/s

Kimyasal Sınıflandırma; Termal kaynak suyu Sülfat (% 64.54 milival), Klorür (% 22.94 milival), Kalsiyum (% 66.53 milival), Magnezyum (% 23.08 milival) ve Hidrojen Sülfürlü (273.5 mg/l) içeren sular sınıfına girmektedir (Özel ve Bekişoğlu, 2002).

Fiziksel Sınıflandırma; Hipertermal (6°C), Hipotonik (32.77 milimol/l) termal sudur. PH 6.9, toplam mineralizasyonu 1.36 mg/l'dir.

Özellikleri;

- Hısta Kaplıca suları ile kaplıca yakınındaki yerleşim birimleri, oluşturdukları küçük ölçekli meyve ve sebze bahçelerini kaplıcanın mineralli suları ile yetiştirmektedirler. Sebzeçilikte kullanılan sulama suyu mineral bakımından zengin olduğu için oldukça iyi verim elde edilerek mevsim normallerine göre birkaç defa ürün alınmaktadır.
- Suyu sülfürlü, sodyum, kalsiyum sülfatlı sular grubundadır. Orta düzeyde demir mevcuttur. Diüretik tesiri vardır (Özel ve Bekişoğlu, 2002).

3. Sonuç ve Değerlendirme

Ülkelerin ekonomik anlamda gelişmesi ve toplumda refah düzeyinin artırılması ve küresel anlamda bir güç olabilmesi ve sanayi ve diğer ticari faaliyetleri yerine getirebilmesi için en önemli kaynak olan enerji, kendisine bağımlılığı artırmaktadır. Buna ek olarak; artan nüfus, teknolojik gelişmeler ve insanların yaşam standartlarının artması enerjiye bağımlılığı artırmaktadır. Fosil yakıtların sınırlı olması ve insan yaşamına olana olumsuz etkileri ülkeri yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir.

Dünyada ve Türkiye'de jeotermal enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yer teşkil etmektedir. Türkiye jeotermal enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar her geçen gün artmaktadır (ETKB):

- Elektrik üretimine uygun saha sayısı 2002 yılında 16 iken 2017 yılında 25 adede çıkmış.
- Sera ısıtması 2002 yılında 500 dönüm iken 2017 yılında 3.931 dönüme çıkmış, %686 artış olmuştur.
- Konut Isıtması 2002 yılında 30.000 konuttan 2017 yılında 114.567 konut eşdeğerine çıkmış, %281 artış olmuştur.
- Elektrik Üretimi 2002 yılında 15 MWe iken 2017 yılı Haziran sonu itibariyle sonunda 860 MWe çıkmış, % 5.633 artış olmuştur.
- Ülke Görünür ısı kapasitesinde ise 2002 yılında 3.000 MWt den 2017 yılında 15.500 MWt e çıkmış %416 artış sağlamıştır.

Türkiye'nin 2023 hedefleri arasında jeotermal enerjiden 1000 MW elektrik üretilmesi hedeflenmektedir.

Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan jeotermal enerji kaynakları genel olarak termal turizm olarak kullanılmaktadır. Şırnak ilinin jeotermal potansiyeli ve mevcut kaynak sularla ilgili olarak analizler için hala eskiden alınmış olan analiz raporları kullanılmaktadır. Şırnak'ta bulunan jeotermal ile ilgili olarak kaynaklardan yeniden su örnekleri alınıp yeniden analiz edilmesi gerekmektedir. Jeotermal kaynak kullanımına bakıldığında düşük sıcaklıklı (20°C-70°C) kaynaklar genellikle seracılık ve ısıtma sistemleri olarak kullanılmaya daha elverişlidir. Şırnak'ta bulunan kaplıcalara bakıldığında bunların çevresinde sera ve ısıtma için kullanılan herhangi bir sistem bulunmamaktadır. Şırnak ili ısınma ihtiyacını hala kömürden karşılamakta ve buda yüksek hava kirliliğine neden olmaktadır. Yapılacak olana bu sistemler ile hem temiz hava hemde il ve yurt genelinde gıda sektöründe ekonomik olarak bir fayda sağlamış bulunacaktır. Ayrıca yerli halk için yeni bir geçim kaynağı olarak kapı açacaktır. Buna ilaveten jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi için düşük sıcaklıklarda verimli olabilen flaşlı, çift flaşlı, kombine ve kalina gibi termodinamik çevrimler kullanılarak elektrik üretimi sağlanabilir. Böylelikle hem temiz hemde sürdürülebilir bir enerji kaynağı oluşturulmuş olur.

Kaynaklar

- Baba, A., Akkuş, İ., Şaroğlu, F., Özel, N., Yeşilnacar, M. İ., Nalbantçılar, M.T., Demir, M., Gökçen, G., Arslan, Ş., Yazdani, H., Kuzgunkaya, E., Dursun, N., (2015). *Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki (Gap) Jeotermal Kaynakların Hidrojeokimyasal Özellikleri* III.
- Dağıstan, H. (2013). *Türkiye Jeotermal Kaynak Aramaları, Kullanımı ve Sürdürülebilirliğinin Sağlanması*, Maden Tetkik ve Arama, Doğal Kaynaklar Ve Ekonomi Bülteni, Sayı 15, 1-5.
- Dağdaş A., *Dünyada ve Türkiye’de Jeotermal Enerji Hendese dergisi*, <http://www.hendesedergisi.com> (Erişim tarihi: 05.05.2018)
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı <http://www.enerji.gov.tr>
- Jeotermal Kaynaklar Sempozyumu 04-06 Kasım 2015-Ankara.
- Kalkınma Bakanlığı (2014). *10ncu kalkınma planı (2014-2018) madencilik politikaları*, özel ihtisas komisyonu enerji hammaddeleri grubu jeotermal çalışma alt grubu raporu
- Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü, www.mta.gov.tr (Erişim tarihi: 15.04.2018)
- Mertoğlu O. (2017). *Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi, Yatırımlarının Teknolojisi ve Ekonomisi* (TMMOB Makine Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, 11 Mayıs 2017)
- Özel, N. ve Bekişoğlu Ş., (2002). *Güneydoğu Anadolu Bölgesi Termal Su Kaynaklarının Seracılık ve Termal Turizmde Değerlendirilmesi*, Şanlıurfa.
- Türkiye Jeotermal Derneği www.jeotermaldernegi.org.tr/ (Erişim tarihi: 20.04.2018)
- Türkiye jeotermal enerji atlası www.enerjiatlası.com/jeotermal/ (Erişim tarihi: 24.04.2018)

ŞIRNAK İLİNİN GÜNEŞ ENERJİ POTANSİYELİ VE KULLANIM ORANI

Dilan Alp¹
Eren Demir²

ÖZ

Güneş enerji teknolojileri başta iklim değişikliği ile mücadele ve çevreye duyarlı üretim için konvansiyonel yakıtların kullanımının azaltılması hedefiyle hem küresel enerji talebinin karşılanmasında hem de ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanmasında en uygulanabilir ve gerekli çözümler arasında görülmektedir. Bu çalışmada, Şırnak ili enerji sektörünün durumu ve sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisinin yeri, önemi ve kullanım alanları belirtilmiş ve enerji sorununun çözümüne ilişkin bazı öneriler sunulmuştur. Fosil yakıtlı kaynaklara bağımlılığı yüksek olan Şırnak ilinde, güneş enerji potansiyelinin elektrik üretim amacıyla değerlendirilmesi, enerji üretimi yapmakta olan mevcut kaynaklar ve uygulanabilirliği ele alınmıştır. Şırnak ilinin bölge bazında mevcut elektrik enerjisi üretimi, tüketimi, iletim/dağıtım altyapısı üzerinde durularak, kayıp/kaçak oranlarının yüksek olduğu meskenler için güneş enerji teknolojilerinin kullanılması yönünde öneriler sunulmuştur. Çalışmanın sonunda, Dünyada ve Türkiye’de güneş enerjisinden yararlanarak elektrik üretim piyasasının gelişimine ve sürekliliğine katkı sağlayacak bazı iyi örnekler yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, Foton enerjisi, Elektrik üretim, Şırnak ili, Yenilenebilir enerji, Yenilenebilir enerji verimliliği.

Solar Energy Potential and Usage Rate of Şırnak Province

ABSTRACT

Solar energy technologies are seen among the most feasible and necessary solutions both global energy demand and economic sustainability with the aim of reducing the use of conventional fuels especially for combating climate change

- 1 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Şırnak, Türkiye, 7300, dalp@sirnak.edu.tr
- 2 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Şırnak, Türkiye, 7300, edemir@sirnak.edu.tr

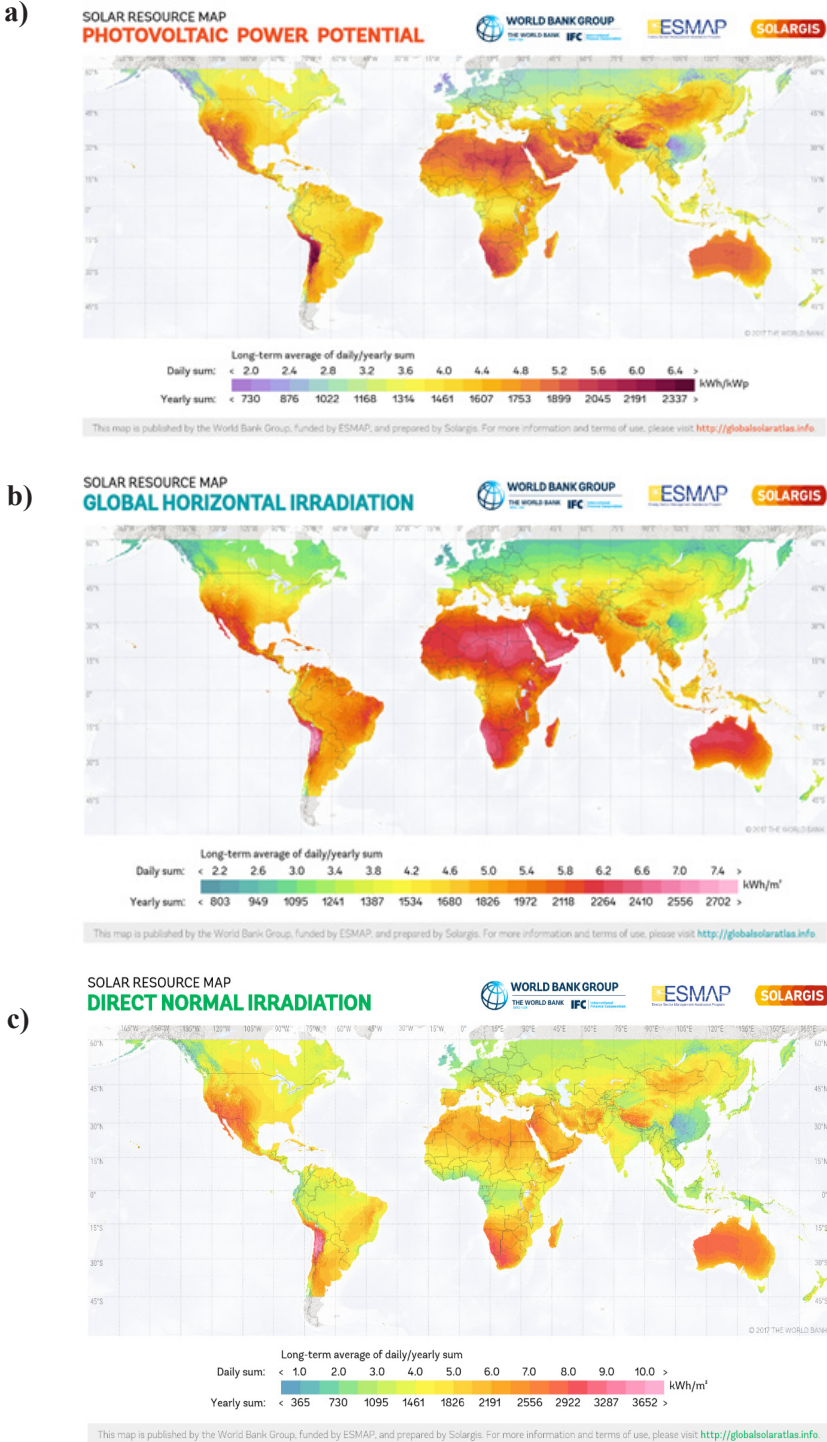
and environmentally friendly production. In this study is present the status of the energy sector in Şırnak province and the place of solar energy in renewable energy sources which are given some suggestions on the location, importance and usage areas of solar energy problems. Highly dependency on fossil fuel resources in Şırnak province are taken into consideration in evaluation of solar energy potential for electricity production, available resources and applicability of energy production. Şırnak province's current electricity generation and consumption values are discussed and proposals are presented for the use of solar energy technologies for dwellings with high loss / leakage rates. At the end of the study, the development of electricity production from solar energy market and will contribute to the continuity of the good examples are given from the world and Turkey.

Keywords: Solar energy, Photon energy, Electricity production, Şırnak province, Renewable energy, Renewable energy efficiency.

1. GİRİŞ

Konvansiyonel enerji kaynaklarının kısıtlı olması, enerji birim fiyatların her geçen gün artması, artan nüfus ve ilerleyen teknolojik gelişmeler ile enerji tüketimini artırıcı unsurlar dünya ülkelerinin ekonomik kalkınma endişelerini büyük çapta tetiklemektedir. Bu amaçla birçok dünya ülkesi yenilenebilir enerji kullanımı, politikaları ve stratejilerini ekonomik kalkınma planlarında birincil hedef haline getirmiştir. Bu bağlamda, sözü geçen problemleri gidermek için en büyük potansiyele sahip olan güneş enerjisi güçlü bir alternatif enerji kaynağı olarak görülmekte ve birçok ülkede yaygın olarak kullanılmaktadır.

Dünya ülkelerinin güneşlenme potansiyeli Şekil 1'de gösterilmiştir. Güneş enerji tesisi yatırımlarının daha çok Avrupa ve Amerika gibi gelişmiş ülkelerde yoğunlaşmış olmasına rağmen Afrika, Avustralya ve Güney Amerika'nın güneşlenme potansiyeli çok daha fazladır. Ülkemizin de özellikle güney kesimleri yüksek güneşlenme kapasitesine sahiptir (URL1, 2018).

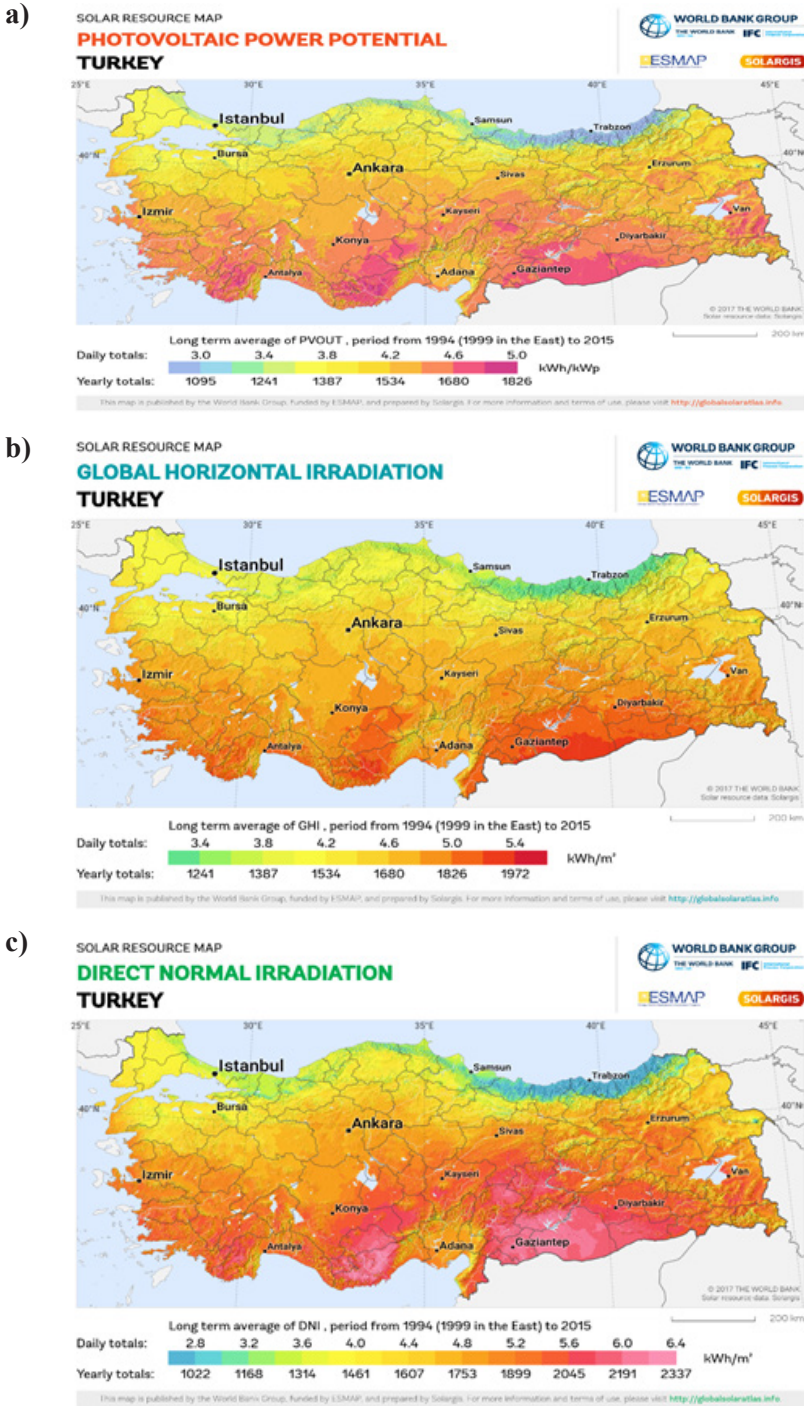


Şekil 1. Dünyada (a) güneş enerji potansiyeli (b) yatay toplam ışınım (GHI) ve (c) direkt normal ışınım (DNI) değerlerine ait güneş atlası (URL1, 2018).

Türkiye'nin ekonomik büyümesine, artan nüfusuna ve sanayileşmesine paralel olarak enerji ihtiyacı hızla artmaktadır. Ülkemizde sınırlı potansiyelde bulunan fosil yakıtlar ile ithal doğal gaz kaynaklarına bağımlılık son on yılda giderek artmaktadır. Enerji kaynaklarımızı çeşitlendirmek, kaynak temini konusunda mümkün olduğunca dışa bağımlılığımızı azaltmak ve küresel ısınma ile mücadele hususunda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarının artırılması oldukça önemlidir.

Ülkemizde yüksek güneş enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik bilgi ve güvenilir verilere dayalı çalışmaların hızlanması ve özellikle temiz enerji teknolojilerinin ülkemiz ekonomisine kazandırılması, yerli üretimde önem arz etmektedir. Bu çerçevede, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanununun (YEK Kanunu) sunduğu teşvikler ile güneş enerjisi yatırımları desteklenmeye başlanmıştır. Bu amaçla Şırnak Üniversitesi ve Dicle Kalkınma Ajansı tarafından ortaklaşa düzenlenen Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı'nda Şırnak ilinin enerji sektöründeki potansiyeli paralelinde, hâlihazırda güneş enerji potansiyelini en uygun şekilde değerlendirilmesi hedeflenmiş ve öncelikle mevcut durum ele alınarak sonuç kitabı hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı, uzun vadede Şırnak ilinin güneş enerjisi potansiyelinden üretilecek elektriğin faydalarını ve maliyetlerini değerlendirmek, güneş enerjisinin milli ekonomiye azami düzeyde katkı sağlayabilmesi için alınması gereken önlemleri ortaya koymaktır.

Ülkemiz, güneş enerji potansiyelinin yüksek olduğu "güneş kuşağı" olarak tanımlanan bölgede konumlanmaktadır (Şekil 1 ve Şekil 2). Yıllık ortalama 1311 kWh/m^2 yıl ve ortalama güneşlenme süresi 2640 saattir. Bu rakam ortalama 3,6 kWh/m^2 güce günde yaklaşık 7.2 saat, toplamda ise 110 günlük bir güneşlenme süresine denk gelmektedir. Bu potansiyelin en yüksek değerlere ulaştığı Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinin güneşlenme süresi ve enerjileri Tablo 1'de verilmiş olmasının yanı sıra Güneydoğu Anadolu Bölgesi, güneş enerjisinden elektrik üretilmesi açısından çok daha elverişli bir konumda olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Türkiye’de (a) güneş enerji potansiyeli (b) yatay toplam ışınım (GHI) ve (c) direkt normal ışınım (DNI) değerlerine ait güneş atlası (URL2, 2018).

Güneşlenme süreleri dikkate alındığında, Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin yılda 2993 saat ile en zengin bölgemiz olduğu Tablo 1'de görülmektedir. Genel olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin aylara göre sırasıyla en çok ve en az güneş enerjisi Haziran ve Aralık aylarında ölçülmüştür.

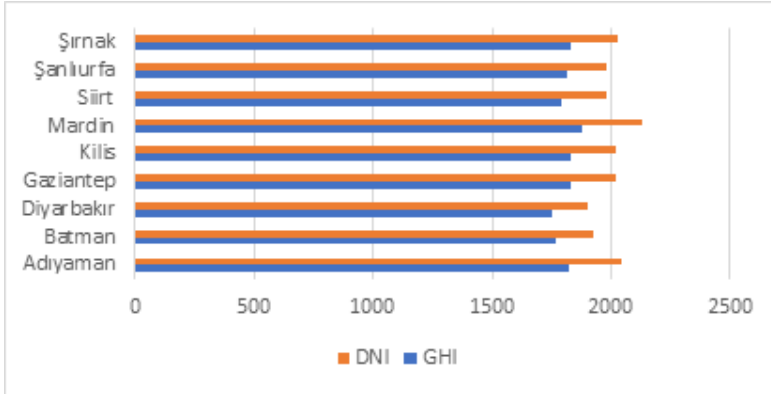
Tablo 1. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı (MMO, 2012).

Bölge	Toplam Ortalama Güneş Enerjisi	En çok Güneş Enerjisi (Haziran)	En az Güneş Enerjisi (Aralık)	Ortalama Güneşlenme Süresi	En çok Güneşlenme Süresi (Haziran)	En az Güneşlenme Süresi (Aralık)
	(<i>kWh/m²</i> yıl)	(<i>kWh/m²</i>)	(<i>kWh/m²</i>)	(<i>Saat/yıl</i>)	(<i>saat</i>)	(<i>saat</i>)
Güney Doğu Anadolu	1460	1980	729	2993	407	126
Akdeniz	1390	1869	476	2956	360	101
Doğu Anadolu	1365	1863	431	2664	371	96
İç Anadolu	1314	1855	412	2628	381	98
Ege	1304	1723	420	2738	373	165
Marmara	1168	1529	345	2409	351	87
Karadeniz	1120	1315	409	1971	273	82

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin illere göre güneşlenme süreleri sıralaması dikkate alındığında ise Şırnak ili 3. sırada, radyasyon değerleri dikkate alındığında ise 1. sırada yer almaktadır.

Tablo 2. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin illere göre güneşlenme süreleri ve radyasyon değerleri (URL3, 2018).

Şehir	Güneşlenme Süresi (<i>Saat-yıl</i>)	Radyasyon Değeri (<i>kWh/m²-yıl</i>)
Adıyaman	2961	1564
Batman	2873	1576
Diyarbakır	2613	1473
Gaziantep	2978	1582
Kilis	2975	1575
Mardin	3033	1588
Siirt	2828	1591
Şanlıurfa	3030	1586
Şırnak	2975	1601

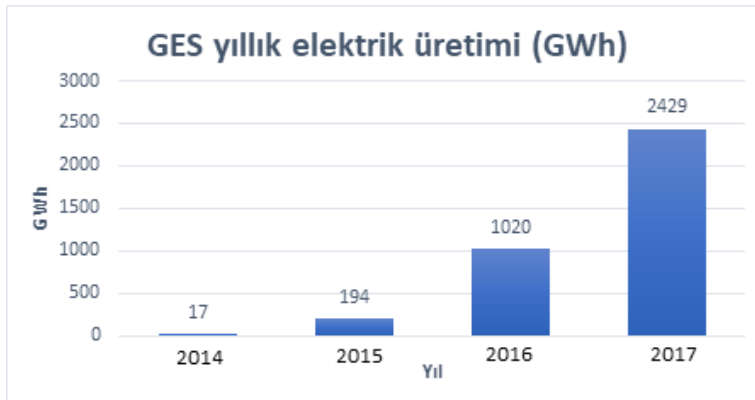


Şekil 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesinin il bazlı yıllık, Yatay toplam ışınım değeri (GHI) ve Direkt normal ışınım (DNI) değerine ait grafik (URL4, 2018).

Şekil 3’ de Güneydoğu Anadolu Bölgesi içinde Şırnak ilinin Yatay toplam ışınım ve Direkt normal ışınım değeri açısından 3. sırada yer aldığı görülmektedir.

Enerjinin zamanında, yeterli ve güvenilir şekilde, rekabet edilebilir fiyatlarda ve çevresel etkileri de göz önünde tutan bir anlayışla temin edilmesi tüm dünyanın olduğu gibi Türkiye’nin de öncelikli hedefidir. Bu doğrultuda, çevre dostu güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanımı Türkiye’nin, Bölgenin ve hatta Şırnak ilinin artan enerji ihtiyacının karşılanmasında oldukça önemlidir.

Türkiye’de bulunan 1644 adet Güneş Enerji Santrali’nin (lisanslı ve lisansız) toplam kurulu gücü 1.362,60 MW’ dır. 2017 yılında Güneş Enerji Santralleri (GES) ile 2429 GWh elektrik üretimi yapılmıştır. 2016 yılına göre yaklaşık %58 oranında artış gösteren GES üretim performansı; projenin bulunduğu sahadaki güneşlenme süresi, güneşlenme oranı, yıllık ortalama ışınım değeri gibi verilerle doğrudan bağlantılı olup söz konusu verilerin sağlıklı bir şekilde oluşturulması GES yatırımlarının karar aşamasında oldukça önemlidir (URL5, 2018).



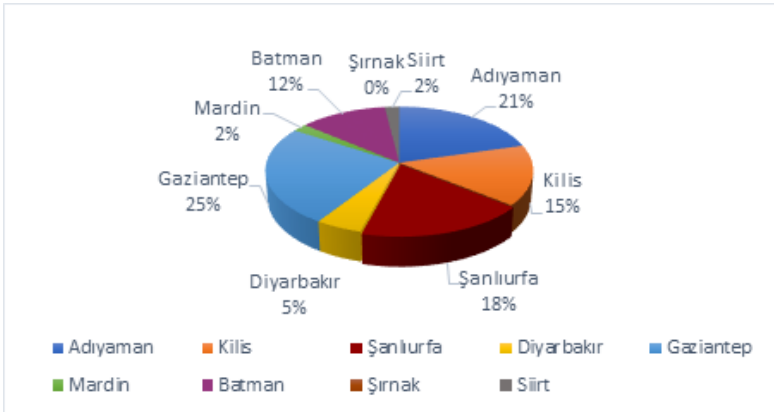
Şekil 4. Türkiye’ nin yıllık güneş enerjisi ile elektrik üretim miktarı (URL5, 2018).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi güneş potansiyeline göre kurulu GES' lerinin Türkiye elektrik üretimine katkısı her geçen yıl artmaktadır. Bölgenin 2017 yılı için kurulu GES sayısı ve kurulu güç miktarı Tablo 3'de gösterilmiştir. Şırnak ilinin Bölgede güneş enerjisi ile elektrik üretimine katkısı yoktur (Şekil 5).

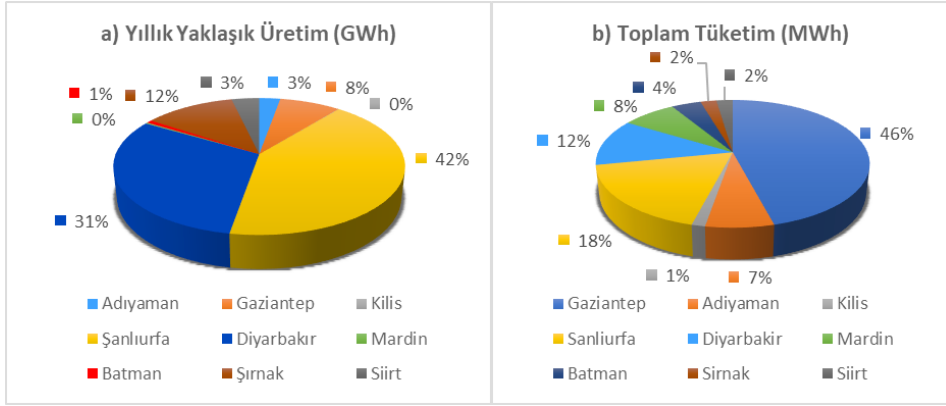
Tablo 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi güneş enerji santrallerinin ve toplam kurulu güç oranlarının illere göre dağılımı (URL6, 2018).

Şehir	Güneş Enerji Santrali					
	Lisanslı Üretim		Yapım Aşamasındaki		Ön Lisans Alınan	
	Adet	Toplam Kurulu Güç (MW)	Adet	Toplam Kurulu Güç (MW)	Adet	Toplam Kurulu Güç (MW)
Adıyaman	12	10,36	2	1,28	1	10
Kilis	5	7,74	5	13,86	0	0
Şanlıurfa	3	9,32	3	46	1	7
Diyarbakır	5	2,54	3	2,23	0	0
Gaziantep	20	12,66	5	40,21	0	0
Mardin	2	0,34	0	0	1	9
Batman	1	6	1	1	0	0
Şırnak	0	0	1	0,3	1	7
Siirt	1	0,2	1	0,48	0	0
Toplam	49	49,16	21	105,36	4,00	33,00

*Lisansız elektrik üretimi yapan güneş enerji santralleri dahil edilmemiştir.



Şekil 5. Güneydoğu Anadolu Bölgesi illere göre güneş enerji santrali ile yıllık elektrik üretim oranı (URL6, 2018).



Şekil 6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi yıllık toplam elektrik a) üretim ve b) tüketim miktarlarının il bazında oranı (URL6, 2018).

Şırnak ili termik santrallerinin ve hidroelektrik santrallerinin mevcudiyeti ile elektrik üretiminde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 3. sırada yer almaktadır (Şekil 6a). Elektrik enerjisi tüketimi ve iletimi/dağıtımından kaynaklanan kayıpların asgariye indirilmesi, verimliliğin artırılması, enerji politikasının kaynak öncelikleri temel alınarak oluşturulacak rekabet ortamı yoluyla elektrik enerjisi maliyetlerinin azaltılması ve bu sayede oluşacak kazanımlarla elektrik hizmetinin tüketicilere daha makul maliyetlerle sunulması hedefi ile enerji arzında dışa bağımlılığı azaltmak üzere, yeni teknolojilerin özendirilmesi, kaynak çeşitliliğinin sağlanması, yerli ve yenilenebilir kaynakların azami ölçüde kullanılması ilimiz ve ülkemiz için önem arz etmektedir. Şırnak'ın yenilenebilir enerji üretim düzeyinin, potansiyeline oranla oldukça düşük seviyelerde (Tablo 4) olmasının yanı sıra tüm bölgede üretimde bulunan güneş enerji santral sayısı oranı incelendiğinde bölgede son sırada yer almaktadır (Şekil 5). İlin mevcut güneş enerji potansiyelinin daha etkin kullanılması hem enerji arz güvenliğinin temini hem de enerji sektörünün çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Tablo 4. Şırnak ili elektrik üretim tesis sayısı ve yıllık üretim miktarı (URL7, 2018)

Elektrik Üretim Tesis Bilgisi		Öngörülen Elektrik Yıllık Üretim Miktarı	Kurulu Güç	
Tesis Bilgisi	Tesis Sayısı	Öngörülen Üretim Miktarı	Kurulu Güç MWm	Kurulu Güç MWe
Güneş*	0	0	0	0
Termik	4	5.243.000.000	732,271	711,94
Rüzgâr	0	0	0	0
Akıntı	0	0	0	0
Jeotermal	0	0	0	0
Biyokütle	0	0	0	0
Hidroelektrik	1	1.200.000	0,69	0,64
Toplam	5	5.244.200.000	732,961	712,58

*Şırnak ili güneş enerji santrali sayısı 2 adettir. Her iki tesis de elektrik üretim aşamasına geçmemiştir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde elektrik tüketim oranı incelendiğinde (Tablo 5), sektörel enerji tüketim miktarına göre Şırnak'da sanayi işletmeleri ve ticarethanelerden ziyade resmi daireler ve mesken göstergelerindeki yüksek tüketim oranı dikkat çekmektedir. Enerji tüketim miktarları yıllara göre artarken, mesken ve tarımsal sulama göstergelerindeki düzensiz iniş ve çıkışlar kayıp/kaçak enerji kullanımının bu alanlarda yoğunlaştığına işaret etmektedir.

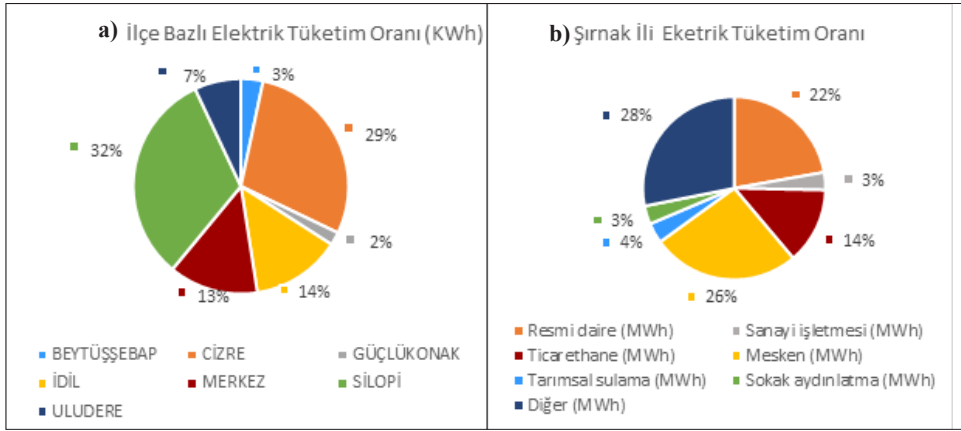
Tablo 5. Güneydoğu Anadolu Bölgesi kullanım alanlarına göre elektrik tüketim miktarı (URL7,2018)

Şehir	Resmi daire (MWh)	Sanayi işletmesi (MWh)	Ticarethane (MWh)	Mesken (MWh)	Tarımsal sulama (MWh)	Sokak aydınlatma (MWh)	Diğer (MWh)
Adıyaman	60968	591293	92486	216979	36727	24191	76088
Kilis	34982	40323	23909	74244	18534	7428	18795
Şanlıurfa	291348	631552	443128	841734	406376	54870	206499
Diyarbakır	184311	371092	370555	626486	177531	39385	155103
Mardin	79027	241204	200297	292303	291845	25752	95533
Batman	59828	218534	95229	229657	3370	19627	44393
Şırnak	80793	11375	49090	95331	13066	11863	102265
Siirt	51541	129863	48750	117034	813	15351	6895

Tablo 6. Şırnak ili, ilçelere ve aylara göre 2017 yılı elektrik tüketim miktarı.

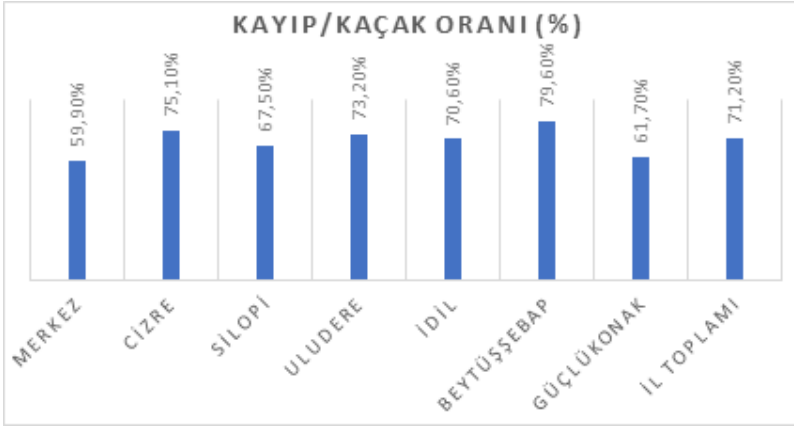
İLÇELER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Toplam (GWh)
Beytüşşebap	6,1	5,7	6	5	3,7	2,84	2,8	2,9	3,15	5,0	6,5	6,8	56,36
Cizre	54,0	51,0	43,0	29,0	22,6	37	49,0	47,9	37,1	22,4	39,4	57,5	489,16
Güçlükonak	5,55	3,53	3,40	2,26	1,8	2,0	2,4	2,4	2,04	1,63	2,86	3,84	33,71
İdil	28,0	25,8	23,7	18,2	14,4	15,7	17,6	18,0	14,7	12,0	16,6	24,1	228,45
Merkez	27,0	24,6	24	18,8	12,7	13,1	16,6	17,5	13,4	14,0	21,6	25,2	228,31
Silopi	61,0	57,0	49,4	34,4	31,9	41,3	53,1	54,8	43,5	25,6	37,5	54,7	544,04
Uludere	14,4	13,5	13,5	11,2	7,16	5,9	6,49	6,64	5,48	7,84	12,2	14,3	118,76

Şırnak ili için 2017 yılı verilerine bakıldığında (Tablo 6 ve Şekil 5) tüm ilçeler bazında en yüksek elektrik tüketim değerine sahip olan ilçe %32 tüketim oranıyla Silopi olmuştur. Aylık bazda toplam tüketim, Aralık, Ocak ve Şubat aylarında en yüksek olmak üzere kış mevsiminde gözlenirken, en fazla tüketim miktarı ise Temmuz ve Ağustos aylarında ki yaz mevsiminde gözlenmektedir.



**Şekil 7. (a) Şırnak ili ilçelere göre elektrik tüketim oranı
(b) Şırnak ili kullanım alanlarına göre tüketim oranı.**

Bölge’de kaçak elektrik kullanımı çok yaygındır. Dolayısıyla, kaçak kullanıldığı için ödeme yapılmadan gerçekleştirilen pervasız tüketimler (örneğin yüksek rezistanslı cihazların aşırı ve dengesiz kullanımı), elektrik sisteminin sağlıklı işletilmesini engelleyen faktörlerdir. Kayıp-kaçak değerlerinin yıllar itibariyle sürekli tüketimin yarısından fazla olduğu ve 2017 yılında %71 oranına ulaştığı görülmektedir (Şekil 8).



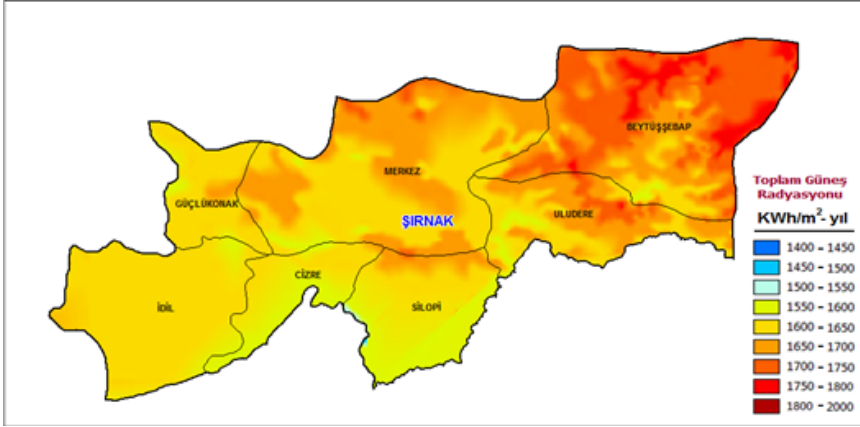
Şekil 8. 2017 yılı için Şırnak ili' nin ilçelere göre kayıp kaçak oranları.

İşsizlik, nitelikli işgücü ve eğitim altyapısının yetersizliği, nüfusun eğitim düzeyinin düşüklüğü, sağlık altyapısı ve hizmetlerinin yetersizliği, içme ve kullanma suyuna erişimdeki sıkıntılar, kırsal altyapının tamamlanamamış olması, sanayi ve enerji altyapısının yetersizliği ve son olarak bölge içinde sermaye birikiminin sağlanamaması, Şırnak ili ve GAP Bölgesi'nin en önemli sorunları olmaya devam etmektedir (GAP, 2014 - 2018). Bu kapsamda hazırlanan Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalışmayı verileri değerlendirilirken, yukarıda bahsi geçen tespitlerin esas alınmasının yanı sıra enerji ile ilgili hususların, istihdam, nitelikli işgücünün geliştirilmesi, refah düzeyinin artırılması, altyapının iyileştirilmesi ve bölgeye yatırımcı sermayenin çekilmesi gibi ekonomik ve sosyal konularla birlikte değerlendirilmesine özen gösterilmiştir.

2. ŞIRNAK İLİ GÜNEŞ ENERJİ POTANSİYELİ

Şırnak ili 37° 33' 47" kuzey enlemleri ile 42° 33' 44" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Şırnak ilinin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelinin bilinmesi ve kısıtlarının tanımlanması oldukça önemlidir. Bu bölümde, ilin güneş enerji potansiyeline dair niceliksel ve niteliksel bilgilere yer verilmiştir.

Şırnak ili güneş enerjisi potansiyeli açısından oldukça zengin olmakla birlikte ilin, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) verilerine göre güneşlenme süresi ve yatay yüzeye gelen toplam radyasyon değerleri ilçeler bazında aşağıdaki Tablo 7-8 ve Şekil 9-11 ile verilmiştir.

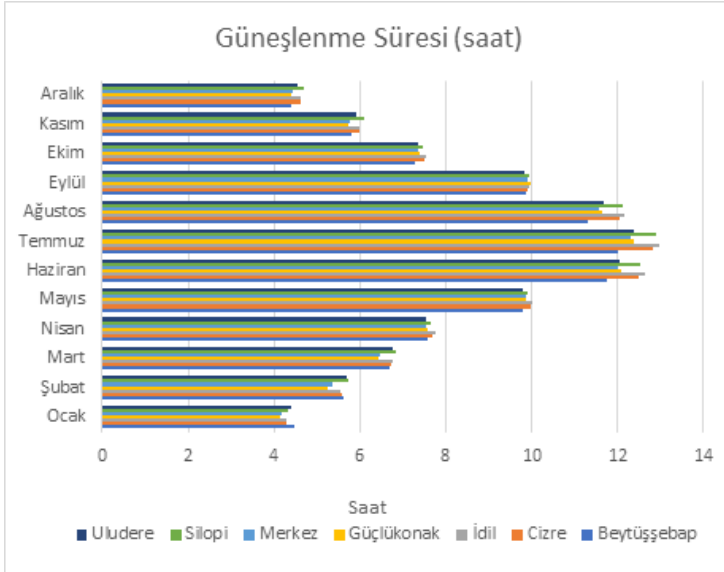


Şekil 9. Şırnak ili yıllık güneş dağılım haritası (URL8, 2018).

Şırnak'ın güneşlenme süreleri ve global radyasyon değerleri dikkate alındığında oldukça yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Aylara göre bir günlük toplam güneş ışınımı ve toplam güneşlenme süresi (Şekil 10-11 ve Tablo 7-8) sırasıyla, en yüksek değeri Haziran ve en uzun güneşlenme süresi Temmuz ayında gerçekleşmektedir. Aralık ayı ise hem en düşük toplam güneş ışınım değerine hem de en kısa güneşlenme süresine sahiptir.

Tablo 7. Şırnak ili, ilçelere ve aylara göre güneşlenme süresi (Saat (h)) (URL8, 2018)

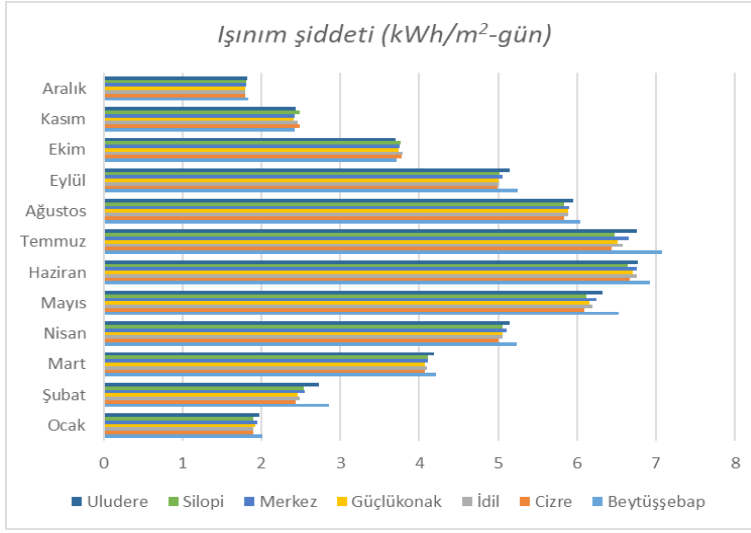
Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	İlçe Ort.
Beytüşşebap	4,49	5,61	6,70	7,59	9,79	11,75	12,00	11,30	9,86	7,29	5,79	4,41	8,05
Cizre	4,29	5,57	6,73	7,67	9,97	12,48	12,83	12,05	9,89	7,49	6,00	4,64	8,30
İdil	4,29	5,54	6,78	7,77	10,01	12,63	12,97	12,15	9,95	7,53	5,99	4,61	8,35
Güçlükonak	4,13	5,26	6,42	7,58	9,86	12,07	12,36	11,62	9,96	7,39	5,72	4,40	8,06
Merkez	4,18	5,35	6,47	7,53	9,86	12,01	12,31	11,57	9,90	7,34	5,77	4,44	8,06
Silopi	4,34	5,73	6,83	7,65	9,90	12,53	12,90	12,12	9,93	7,47	6,09	4,70	8,34
Uludere	4,41	5,68	6,75	7,55	9,80	12,05	12,38	11,66	9,82	7,34	5,91	4,55	8,16
Aylık Ortalama	4,30	5,53	6,67	7,62	9,88	12,22	12,53	11,78	9,90	7,41	5,89	4,53	



Şekil 10. Şırnak ili, ilçelere ve aylara göre güneşlenme süresi.

Tablo 8. Şırnak ili, ilçelere ve aylara göre ışınlm şiddeti ($\text{kWh/m}^2\text{-gün}$) (URL8, 2018).

Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	İlçe Ort.
Beytüşşebap	2,01	2,85	4,21	5,23	6,52	6,92	7,08	6,04	5,25	3,71	2,42	1,83	4,51
Cizre	1,90	2,44	4,07	5,01	6,09	6,66	6,44	5,84	4,99	3,77	2,48	1,80	4,30
İdil	1,90	2,49	4,09	5,06	6,19	6,75	6,58	5,89	5,01	3,79	2,46	1,80	4,33
Güçlükonak	1,92	2,46	4,07	5,06	6,15	6,71	6,51	5,88	5,00	3,74	2,41	1,80	4,31
Merkez	1,95	2,55	4,11	5,10	6,24	6,75	6,65	5,90	5,06	3,75	2,42	1,81	4,36
Silopi	1,90	2,54	4,11	5,05	6,12	6,64	6,48	5,84	5,02	3,76	2,49	1,81	4,31
Uludere	1,97	2,73	4,18	5,15	6,32	6,77	6,75	5,95	5,15	3,70	2,44	1,82	4,41
Aylık Ortalama	1,94	2,58	4,12	5,09	6,23	6,74	6,64	5,91	5,07	3,75	2,45	1,81	



Şekil 11. Şırnak ili, ilçelere ve aylara göre ışınlm şiddeti.

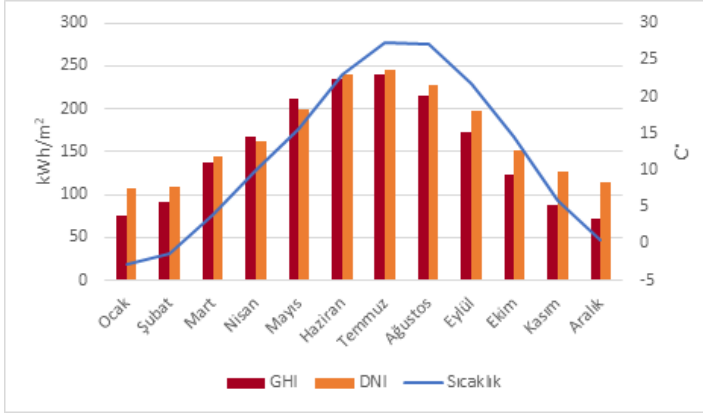
Şırnak ilinin ortalama güneşlenme süresine bakıldığında (Tablo 7) 12,53 saat ile en yüksek noktaya Temmuz ayında ulaşılırken, en düşük güneşlenme süresi 4,30 saat ile Ocak ayında gerçekleşmektedir. En fazla ışınlm şiddetine $6.74 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ ile Haziran ayında ulaşılırken, en az ışınlm şiddeti $1.81 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ ile Aralık ayında gerçekleşmektedir. İlçeler arasında güneşlenme sürelerine ait sınıflandırma yapıldığında; İdil ilçesi ortalama 8,35 h ile en yüksek, Beytüşşebap ise ortalama 8.05 h ile en düşük güneşlenme süresine sahip ilçe olarak görülmektedir. Aylık bazda en yüksek güneşlenme süresi Temmuz ayında 12,97 saat ile İdil ilçesinde, en düşük güneşlenme süresi ise Ocak ayında 4,13 saat ile Güçlükonak ilçesinde yaşanmaktadır.

İlçeler arasında ışınlm şiddetlerine göre sınıflandırma yapıldığında (Tablo 8); Beytüşşebap ilçesi ortalama $4,51 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ ile en yüksek değere sahiptir. Cizre ilçesi ise ortalama $4.30 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ ile en düşük değere sahiptir. Aylık bazda en yüksek ışınlm şiddeti $7,08 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ ile Beytüşşebap ilçesinde oluşurken, en düşük ışınlm şiddeti ise $1.80 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ ile Aralık ayında Cizre, İdil ve Güçlükonak ilçelerine meydana gelmektedir.

Güneş enerjisi teknolojilerinin türüne göre ışınlm değerlerinin uygunluk tablosu, yıllık Direk Normal Işınım (DHI) ve Yatay Toplam Işınım (GHI) değerleri ve günlük sıcaklık değerlerine ait grafik (Şekil 12) incelendiğinde, Şırnak ili yıllık GHI $1831 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$ ve DNI $2027 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$ değerlerine sahiptir. Güneş enerjisi uygunluk tablosuna göre Fotovoltaik (PV) ve Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi (CSP) sistemleri için “yüksek derecede uygun” kategorisinde yer almaktadır (Tablo 9).

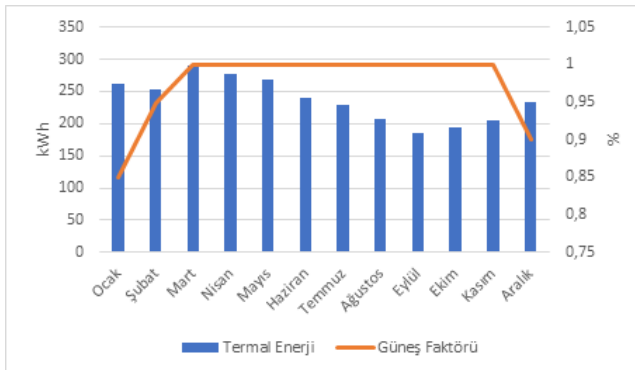
Tablo 9. Teknoloji türüne göre ışınım değerlerinin uygunluk derecesi (Cebeci, 2017).

	Sınırlı Derecede Uygun	Uygun	Yüksek Derecede Uygun	Mükemmel
PV	<1000 kWh/m ² -yıl (GHI)	1000-1500 kWh/m ² -yıl (GHI)	1500-2500 kWh/m ² -yıl (GHI)	2500-3000 kWh/m ² -yıl (GHI)
CSP	<1800 kWh/m ² -yıl (DNI)	1800-2000 kWh/m ² -yıl (DNI)	2000-2500 kWh/m ² -yıl (DNI)	2500-3000 kWh/m ² -yıl (DNI)

**Şekil 12.** Şırnak ili yıllık Direk Normal Işınım (DNI), Yatay Toplam Işınım (GHI) ve günlük sıcaklık değerleri (URL4, 2018).

2.1. Şırnak İli Güneş Enerji Potansiyeli Kullanım Oranı

Güneydoğu Anadolu Bölge illeri içinde Şırnak ili güneş enerji potansiyel verileri dikkate alındığında, güneş enerji teknolojilerinden yararlanarak elektrik üretme oranı (Şekil 5) ve su ısıtma/soğutma sistemleri kullanım oranı da oldukça düşüktür. Bu amaçla Şekil 13' de gösterilen termal enerji talep grafiği dikkate alındığında, Şırnak ili için güneş enerji potansiyelinin yanında bu potansiyelin doğru teknolojiler ile kullanılması ekonomik ve sosyal kalkınma yanında sera gaz salınımında da önemli düşüşler gözlenmesi gibi büyük etkilere sahiptir.

**Şekil 13.** Şırnak ili aylara göre termal enerji talep oranı (URL4, 2018).

Tablo 10 ve Tablo 11 verilerinde de anlaşıldığı gibi ilimizde aktif güneş enerji santrali yoktur. Şırnak ilinin yerli enerji kaynağı olan güneş enerji teknolojilerinin kullanılmaması, ilin refah düzeyinin ülke içerisindeki konumunu da etkilemektedir. Bu anlamda var olan potansiyelinin etkin kullanılması önem arz etmektedir.

Tablo 10. Ön lisansı Alınan GES' ler. (URL5,2018).

Santral Adı	İl-İlçe	Firma Adı	Kurulu Güç (MW)	G. A. Bölgesi Güneş Enerjisi Kurulu Gücü İçindeki Oranları (%)	Türkiye Güneş Enerjisi Kurulu Gücü İçindeki Oranları (%)
Ciner Holding Şırnak Silopi Güneş Enerjisi Santrali	Şırnak-Silopi	Ciner Enerji	7	3,73*	0,824

* Tüm Bölge içindeki lisanslı, yapım aşamasındaki ve ön lisansı alınan toplam elektrik üretim içerisindeki % oran alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 11. Yapım aşamasındaki Güneş Enerji Santralleri (URL5,2018).

Santral Adı	İl-İlçe	Firma Adı	Kurulu Güç (MW)	G. A. Bölgesi Güneş Enerjisi Kurulu Gücü İçindeki Oranları (%)	Türkiye Güneş Enerjisi Kurulu Gücü İçindeki Oranları (%)
Şehr-i Nuh Otel Güneş Enerji Santrali	Şırnak-Merkez	Acar Grup	0,3	0,16*	0,035

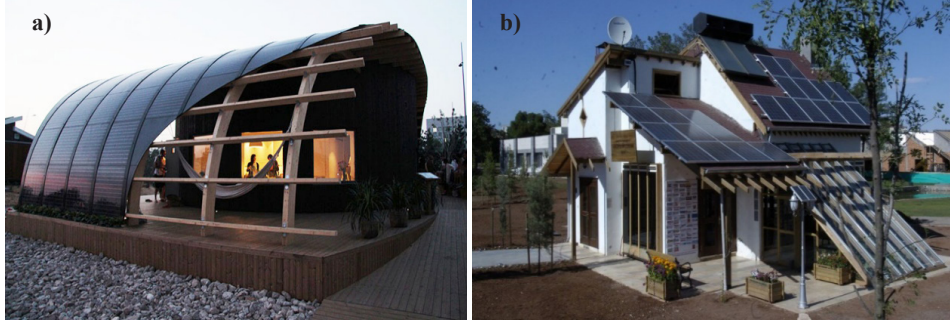
* Tüm Bölge içindeki lisanslı, yapım aşamasındaki ve ön lisansı alınan toplam elektrik üretim içerisindeki % oran alınarak hesaplanmıştır.

3. DÜNYADA ve TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİ SİSTEMLERİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Günümüzde, günlük yaşantımızın birçok alanında kullanılan güneş enerjisi ile çalışan teknolojiler ekonomik ve sosyal kalkınma için en önemli sorunları çözme gücüne sahip olduğu gerçeği birçok bilimsel araştırmanın bir sonucudur. Güneş enerji uygulamaları yöntem, malzeme ve teknolojik düzey bakımından çok çeşitlilik göstermekle beraber, genellikle ısı ve elektrik üretmek için kullanılmaktadır. Bu anlamda artan nüfus ile birlikte şehirleşme ve endüstrileşme sürecinde olan Şırnak ili için fosil yakıtlara alternatif oluşturulacak olan örnek uygulama teknolojilerinin kullanılması elzemdir. Bu amaçla, dünyada ve Türkiye' de kullanılan birçok iyi uygulama örneklerine yer verilmiştir.

Şebekeye bağlı olan PV sistemlerinde, PV modülleri kendileri tarafından üretilen doğru akımı alternatif akıma dönüştüren eviricilere bağlıdır. Bu elektrik daha sonra ev aletlerini besleyebilir veya direkt olarak şebekeye dahil edilecek şekilde satılabilir. Bu enerji bir binaya ulaştığında ev aletlerine, ışıklara veya ihtiyaç duyulan diğer aygıtlara dağıtılabilir. PV sistemleri sadece güneşe maruz

kalacak şekilde çalıştığından sıklıkla hava koşullarından bağımsız olarak sürekli elektrik sağladığından emin olunacak bir yedekleme sistemine ihtiyaç duyulur. Bu sistemler genel olarak evlerde veya ticari binalarda elektrik maliyetlerini dengelemek için kullanılır. Uygun bir depolama tesisi ile birlikte iyi tasarlanmış bir PV sistemi yoğun kullanım saatlerindeki elektrik enerjisinin yerine kullanılabilir etkili bir yaklaşım olabilir.



Şekil 14. a) İsveç öğrenci evi (URL9, 2018) **b)** Diyarbakır Güneş Evi (URL10, 2018)

Güneş mimari uygulamalarına örnek olarak evin çatısında bulunan tipik bir fotovoltaik panel sistemi verilmiştir. Bu sistem sahibine, üretilen elektriği ulusal şebekeye satma imkânı vermekle birlikte evin elektrik faturasını etkili bir biçimde düşürme imkanı sağlar.

Bağımsız sistemler direkt olarak üretilen elektriği kullanır. Bu sistemler şebeke bağlantısına dayanmamaktadır. Gece saatlerinde veya zayıf gün ışığında elektrik ihtiyacının artmasıyla birlikte bir batarya depolama sistemi kullanılır. Bazı durumlarda, bağımsız sistemler yedekleme sistemlerde konvansiyonel üreteçler kullanılır. Bağımsız PV sistemleri aşağıda uygulama örnekleri ile sunulmuştur.

LED (ışık yayan diyot) teknolojisinin düşük güç ışık kaynağı olarak keşfedilmesiyle birlikte PV sistemleri uzaktan kontrollü ve mobil ışıklandırma sistemleri için ideal bir çözüm olmuştur. Bir batarya depolama sistemi ile birlikte kullanıldığında PV sistemleri en çok reklam panoları, otoban yol işaretleri, park alanları ve tren yollarına ışık sağlamada kullanılmıştır. Bu uygulamaları tarihi yapıların ışıklandırmasında da kullanılması ve yaygınlaştırılması önerilmektedir.



Şekil 15. a) Avustralya çölünde 50.000 adet güneş enerjili ampul (URL11,2018)
b) Afrika Etiyopya kırsal kesimlerinde aydınlatma örneği (URL12, 2018) **c)** Singapur botanik bahçesinin güneş enerjisi aydınlatması (URL13, 2018) **d)** İstanbul İETT duraklarının güneş enerjisi ile aydınlatılması (URL14, 2018)

Haberleşme sistemleri genelde belirli mesafe aralıklarında sinyalin güçlendirilmesine ihtiyaç duyar. Radyo, televizyon ve telefon sinyallerini güçlendirmek için çok çeşitli röle kuleleri konumlandırılmıştır. Bu istasyonlar genel olarak güç enerji hattından oldukça uzaktadır. Üreteçler ile ilişkili maliyet ve zorlukları indirgemek için PV sistemleri uygulanabilir bir alternatif olarak kurulmuştur.



Şekil 16. Haberleşme sistemlerinde PV sistemlerinin kullanılması (URL15-16, 2018)

Kasırgalar, seller, tornadolar ve depremler gibi felaketler elektrik üretimini ve dağıtım sistemlerini yok eder ve elektrik krizine neden olur. Gücün uzun bir süre kesintide olduğu böylesi durumlarda, PV sistemleri ışık, iletişim, gıda ve su sistemleri için geçici çözümler sağlayabilir.



Şekil 17. Afet sırasında enerji gereksiminin PV sistemleri ile sağlanmasına ilişkin iyi uygulama örneği (URL17, 2018).

Güç dengesinden uzak bölgelerde bilimsel deney sistemleri kurulması durumunda PV sistemleri uzak bölgelerde bilimsel faaliyetleri yürütmek için etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Sismik faaliyetlerin, karayolu koşullarının, meteorolojik bilgilerin gözlemlenmesi ve diğer araştırma faaliyetleri PV sistemleri ile güçlendirilebilir. Dünyada ve Türkiye’de bu uygulamayı birçok bilimsel araştırma merkezi kullanmaktadır. Otoyol ve uçak uyarı sinyalleri gibi seyir sistemleri elektrik şebekesinden oldukça uzakta olabilir. PV sistemleri bu tür önemli uygulamalar için güvenilir bir güç kaynağı olabilir.



Şekil 18. Sinyalizasyon sistemlerinde PV uygulama örnekleri (URL18, 2018).

Tarım ve hayvancılıktaki su ihtiyacını karşılamak için PV sistemleri mükemmel bir yaklaşımdır. Bu tür pompalama sistemleri istenilen alana direkt olarak su sağlayabilir veya su ihtiyacının ortaya çıkacağı ileri zamanlar için su depolayabilir. Hatta bu sistemler uzak bölgelerdeki alanlara ve kasabalara su sağlayabilir.



Şekil 19. Tarımda güneş enerjisi ile sulama uygulaması (GAP) (URL19, 2018)

Boru hatları, kuyu başları ve diğer metalik yapılar suya maruz kaldıkları için korozyona eğilimlidir. Metaller su ile temas ettiklerinde iyon kaybettiklerinden elektrolitik aktiviteye bağlı olarak korozyon meydana gelir. Korozyona neden olan bu elektrolitik işlem, dışarıdan harici voltaj uygulanması ile azaltılabilir. Yüklenen bu harici voltaj metalden iyon kaybını önleyecektir. Bu amaçla, sadece küçük bir DC voltajı yeterli olacaktır. PV sistemleri doğrudan kullanılacak düşük voltajlı DC güç ürettikleri için bu iş için uygun bir yaklaşımdır.

PV sistemleri kullanılarak sera ısıtma soğutma ve toprak solarizasyon teknolojileri dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır.

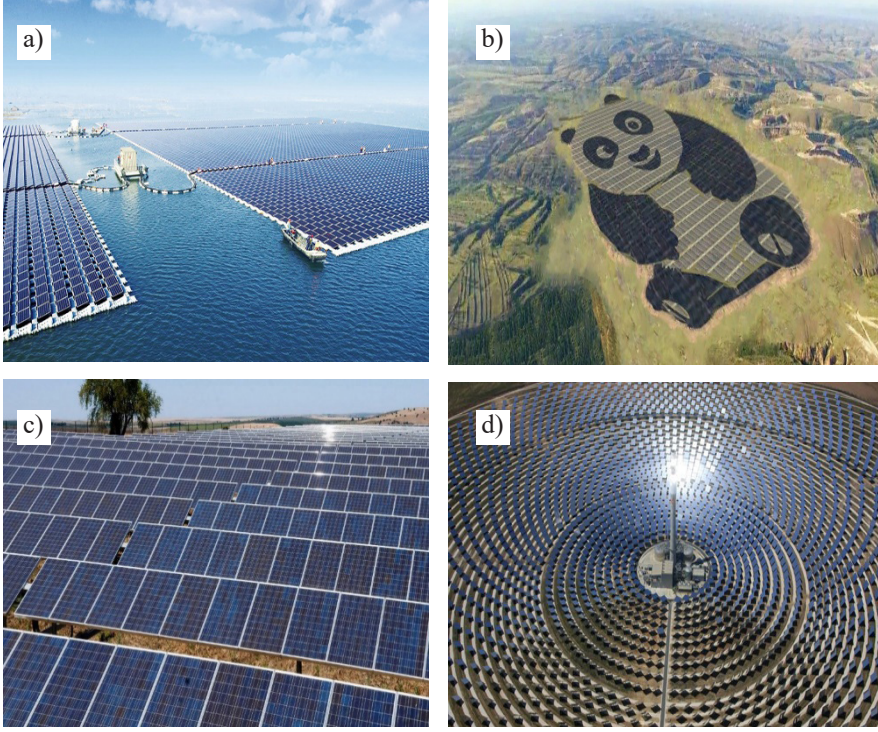


Şekil 20. Güneş enerjisi ile sera ısıtma ve soğutma örneği (URL20, 2018)



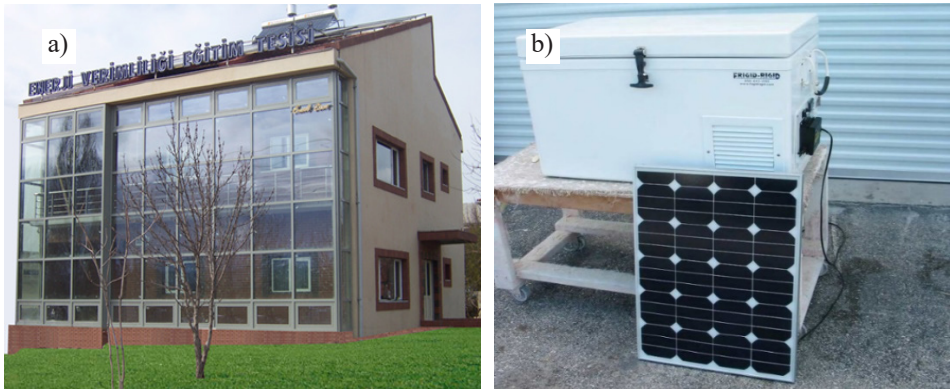
Şekil 21. PV sistemlerinin kullanılmasında elektrik gücü ile çalışan araçların bataryalarının şarj edilmesine ait uygulama örneklerini göstermektedir (URL21-23, 2018).

Güneş enerjisi ile elektrik üretim uygulamaları arasında literatüre göre en uygun metot olarak güneş kuleleri gösterilmektedir. Bu model, büyük bir alana yerleştirilmiş, “Heliostat” (gün dönüştürücü) adı verilen yüzlerce yansıtıcı, güneşten gelen ışınları, heliostat tesisinin merkezindeki kulenin tepesine odaklar. Bu odaklama bölgesinde (alıcı) yoğunlaştırarak elde edilen yüksek ısı enerjisi elektrik enerjisine çevrilir. Güneş kulelerine ait İspanya uygulaması Şekil 22’de gösterilmektedir. İyi bir uygulama örneği olarak güneş tarlaları özellikle tarıma elverişli olmayan arazilerde uygulanmalıdır. Çin ve Burdur’dan örnekler Şekil 22’de sunulmuştur.



Şekil 22. (a) ve (b) Çin güneş tarlaları (URL24, 2018) (c) Burdur Güneş tarlası (URL25, 2018) (d) İspanya güneş kulesi uygulamaları (URL26, 2018).

PV sistemleri ile yapılan soğutma işlemleri meskenlerin klima etkisi ile soğutulması, ilaç ve aşuların depolanması ve taşınması gibi uygulamalar için son derece uygundur. Şekil 23b’de soğutma sisteminin kullanılmasına ait bir uygulama örneği gösterilmektedir.



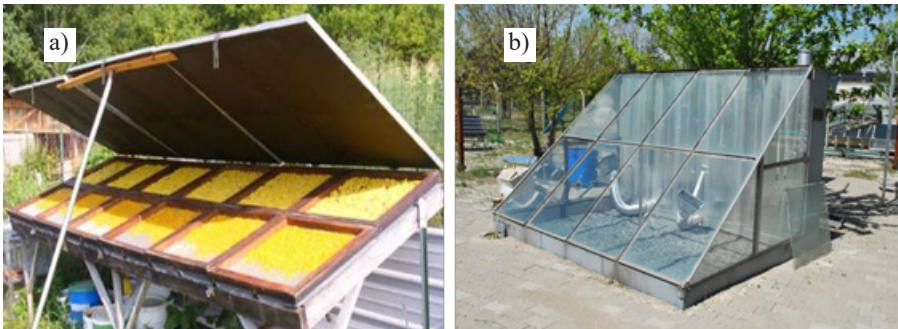
Şekil 23 (a) Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü eğitim tesisinin soğutması güneş enerjisi ile sağlanmaktadır (URL27,2018) (b) Güneş enerjisi ile soğutma uygulaması (URL28, 2018).

Güneş enerjili pişiriciler, güneş ışınım enerjisini ısı enerjisine dönüştürebilen, ısı değiştirici işlevine sahip, kurulumu basit, maliyeti ucuz ve etkin bir aygıttır. Toplumun geleneksel yaşamı ve alışkanlıklarına uygun olması nedeni ile kırsal bölgelerde enerji kaynağı olarak kullanılan odun yerine alternatif PV sistem uygulanabilir.



Şekil 24. Güneş enerjisi ile çalışan pişirici uygulamaları (URL29, 2018)

Güneş enerjili kurutucular işletme maliyetleri çok düşük olduğundan, birçok gıdanın kurutulmasında kullanılmaktadır. Bu tip kurutucular meyve ve sebzenin yanında hububat, baharat, çay, tütün ve kahvenin kurutulmasında da kullanılır. Kurutma işlemi ile nemin buharlaştırılması için gereken ısı, kurutulacak malzemenin yüzeyinin sıcak hava ile temas ettirilmesiyle gerçekleştirilir. Doğal kurutmada karşılaşılan hijyenik ve ekonomik sorunlar, bu tür bir uygulama ile daha çağdaş ve ekonomik bir düzeye ulaşacağı söylenebilir.



Şekil 25. (a) Güneş enerjisi ile kurutma uygulaması (URL30, 2018). **(b)** Hacettepe Üniversitesi Yeni ve Temiz Enerji Uygulama ve Araştırma merkezinde kurulu güneş enerjili kurutma düzeneği (URL31, 2018).

PV teknolojisi, ticari olarak satılan çeşitli tüketici ürünleri için de kullanılmaktadır. Oyuncaklar, saatler, hesap makineleri, radyolar, televizyonlar, el fenerleri, fanlar gibi küçük DC aletleri PV tabanlı enerji sistemleri ile çalışabilir.



Şekil 26. Güneş enerjisi ile çalışan su damıtma, oyuncak, çadır, giysi, çim biçme makinesi, barbekü vb. ürünler (URL32, 2018).

Ayrıca, ATM ve telefon kabinleri gibi çeşitli kamu hizmetleri sistemleri de PV sistemleri tarafından desteklenebilir (Şekil 27).



Şekil 27. PV sistemlerinin alternatif uygulama örnekleri (URL33, 2018).

Tatlı su (içme suyu) kaynağı sıkıntısı çeken okyanus ülkelerinde, güneş enerjisi ile deniz suyu damıtma sistemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu sistemler, herhangi bir altyapı çalışması gerektirmeden kurulumu kolay olan iyi bir uygulama örneğidir. Güneş enerjisi ile su damıtma gibi birçok uygulama örneği ülkemizde Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü tarafından araştırılmakta ve geliştirilmektedir.



Şekil 28. California kentinde güneş enerjisi ile okyanus suyundan içme suyu üretme sistemi (PIPE) (URL34, 2018).

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı çerçevesinde önerilen yenilenebilir enerji sistemleri ve bu sistemlerin sağlayacağı enerji verimliliğinin Şırnak ilinde teknik ve ekonomik uygulanabilirliğinin test edilmesinin yanı sıra bütünleşik bir yaklaşımla, sanayi, hizmet, turizm, tarım sektörlerinde; rekabetçilik, istihdam, eğitilmiş işgücü ve bilimsel araştırma kapasitesi gibi hedeflerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu hedefler doğrultusunda, gerek enerji arzında dışa bağımlılığın azaltılabilmesi gerekse elektrik üretimine bağlı karbon emisyonlarının makul seviyelerde tutulabilmesi için Şırnak ilinde yenilenebilir enerji kaynakları arasında öne çıkan ve tamamen yerli enerji kaynağı olan güneş enerji potansiyelinin en yüksek oranda değerlendirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada farklı boyutları ile kısaca özetlenen Şırnak ili güneş enerji potansiyelinin harekete geçirilmesi ve üretilen elektriğin güvenli biçimde tüketicilerin kullanımına sunulması amaçlanmaktadır.

Türkiye'nin genelinde olduğu gibi Bölge'de ve hatta tüm il genelinde enerjiyi verimli bir biçimde kullanma bilinci oldukça düşüktür. Sanayideki geleneksel üretim eğilimleri ve sıcak iklim nedeniyle ısı yalıtımının kullanılmadığı binalar ve bedeli tahsil edilemeyen enerji, verimsiz enerji tüketimine yol açmaktadır. Enerji yoğunluğu, harcanan toplam enerjiyi ifade eden bir gösterge olup, enerji yoğunluğu düştükçe, aynı miktar katma değer daha az enerji sarfiyatı ve dolayısıyla daha az maliyetle üretilebilmektedir. Enerji yoğunluğunu düşürmek için özellikle sanayi tesisleri, kamu binaları ve tüm konutlarda olmak üzere enerji tüketiminin olduğu her alanda enerji verimliliği tedbirlerine başvurmak büyük önem taşımaktadır. Şırnak ilinde hem konut hem de ticari amaçlı

binalarda, enerjinin verimsiz kullanıldığı, tüm yapıların yalıtımsız olduğu, ısıtma için ihtiyaç duyulan enerji kadar soğutma için harcanan enerjinin de çok büyük boyutlarda olduğu gözlenmektedir. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın "Binalarda Enerji Yönetmeliği'nde" belirtilen standartlar çerçevesinde kamu binalarının iyileştirilmesi için bir program oluşturulması gerekli görülmektedir. Binalardaki iyileştirme yatırımlarının kamu binalarından başlatılarak ticari binalar ve konutlara doğru yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu kapsamda, ilin güneş potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, söz konusu yapılarda ısıtma, aydınlatma ve soğutma gibi enerji tüketimini artıran durumların, mevcut potansiyelin kullanımı ile aşılabacağı aşikardır.

Elektrik faturalarını ödemekte zorlanan bölgesel tüketicilerin, sadece bina kabuğundaki yalıtım iyileştirmeleri konusunda değil, elektrikli ev aletleri konusunda da bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır. Şırnak ili kırsal bölgelerinde odun, kömür, bitki ve tezek gibi atıkların yakıt olarak yaygın bir şekilde kullanılması hem karbondioksit emisyonuna hem de enerji tüketimine neden olmaktadır. Bu amaçla, fosil kaynaklı hammaddelere olan ihtiyaç ve talebi azaltmak üzere Şırnak ili kırsal bölgelerinde güneş ocaklarının, fırınların ve güneş enerjili su ısıtıcılarının kullanılması konusunda bilinçlendirme yapılmasının yanı sıra, bu uygulamaların pilot projeler ile hayata geçirilmesi gerekmektedir.

İlde enerjinin çevresel etkilerinin göz önünde bulundurularak üretilmesi ve tüketilmesi büyük önem arz etmektedir. Türkiye, CO₂ salınımı oluşturmadan elektrik üretilen güneş enerjisi kaynağının değerlendirilmesinde mesafe kat edebilirse, küresel ısınmayla mücadeleye de katkıda bulunmuş olacaktır.

İlde elektrik kullanımıyla ilgili en önemli sorunlardan birisi kayıp-kaçak oranının yüksekliğidir. 2017-2018 yılı istatistik verilerine göre ildeki kayıp-kaçak oranı %71 seviyelerindedir. Bu oranı azaltmak için başta güneş enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji potansiyelinin kullanılması pilot projeler ile teşvik edilmesi gerekmektedir. Öncelikli olarak güneş enerjisi ile sıcak su üretimine dayalı çatı sistemlerinin yaygınlaştırılması için orman köy kapsamında verilen hibe desteklerinden faydalanılması önerilmektedir. GES'ler arasında özellikle çatı tipi PV sistem uygulamalarının yaygınlaşmasıyla konutlar ile ticari ve endüstriyel binalar kendi elektriklerini üretebilen bir yapıya dönüşecektir. İl'de küçük ölçekli GES'lerin kurulumuyla yüke en yakın noktada üretim yapılabilecek ve böylece dağıtım sistemindeki kayıp oranlarının azaltılması mümkün olabilecektir. İkincil olarak Şırnak ilinde güneş enerji potansiyeli harekete geçirildiğinde elektrik iletim ve dağıtımdaki kayıp oranlarının azalması hedeflenirken, iletim-dağıtım şebekesinin istenilen standartta hizmet verebilmesi için akıllı şebeke sistemleri kurulması kapsamında ildeki dağıtım şirketlerinin otomasyon yatırımlarına öncelik verilmeli ve EPDK nezdinde girişimde bulunulmalıdır. Küçük ölçekli

güneş santralleri ve PV uygulamaları gibi kesikli güç kaynaklarının, sistemin birçok noktasından şebekeye bağlanması, elektrik sistemi üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Bu baskının azaltılması yönünde, oluşturulacak yeni kapasitenin sağlıklı biçimde taşınabilmesi için elektrik iletim altyapısının güçlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Kaçak elektrik değerlerini yükselten diğer bir neden de konut ısıtmadaki israftır. Son yıllarda klima kullanımının sıklığı ve yazın aylarında mesken tüketiminde gözlenen düzensiz gidişat, soğutma amaçlı tüketimin de yaygınlaştığına, konutlarda kaçak kullanımın bu alanda da yoğunlaştığına işaret etmektedir. Kamu kurumlarının Bölgenin yüksek olan güneş enerjisi potansiyelini soğutmada da kullanmak amacıyla maliyeti düşük güneş enerji sistemlerine geçiş yapabilmesi, kaçak elektriğin yüksek değerlere ulaştığı soğutma amaçlı tüketim alanında farkındalık kazandıracaktır. Gelecekte maliyetleri düşürecek ve önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlayacak yöntem olarak güneş enerjili soğutma ve klima sistemleri öngörülmektedir.

Güneş enerjisini diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından ayıran bazı özellikleri, GES'leri tercih sebebi kılmaktadır. GES'leri hidrolik santrallerden (HES) ayıran en önemli özellik tamamen verimsiz, kullanılmayan arazilere inşa edilmeleri olup, söz konusu santraller hem doğaya daha az zarar vermekte hem de âtil kalan arazilerde elektrik üretilmesi ile gelir elde edilmesini sağlamaktadır. Bu anlamda, Şırnak ili ve çevresinde tarıma elverişli olmayan taşlık arazilerin değerlendirilmesi yönünde güneş enerjisinden elektrik üretme amaçlı santral kurulumu için kamu sektörünün yönlendirmesi ve koordinasyonunda fizibilite çalışmalarına başlanması gerekmektedir. Güneşlenme süreleri, global radyasyon değerleri ve kullanılacak arazinin topoğrafyası dikkate alındığında, İdil ilçesinde bulunan taşlık arazilerin rehabilite edilerek güneş tarlalarının kurulması, ilin elektrik tüketimindeki kayıp/kaçak ve kontrolsüz kullanımların azaltması hedeflenmelidir.

Sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı merkeze alınarak il genelinde enerji tüketimi ve verimliliği konusunda bilinçlendirmenin birincil hedef haline getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, üniversite ve diğer kamu kurumlarının yenilenebilir enerji, enerji verimliliği alanlarında ihtiyaç duyduğu eğitim, araştırma-geliştirme, danışmanlık ve girişimci destekleme/yönlendirme hususlarına yönelik kapasite artırım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve böylece Şırnak ilinin orta ve uzun vadede sosyo-ekonomik kalkınmasının sağlanması son derece önemlidir. Başta güneş enerjisi (termal ve fotovoltaik) uygulamaları olmak üzere yenilenebilir enerji alanlarında bilimsel araştırmalara hız verilmesi, eğitim-öğretim, teknoloji transferi alanlarında yerel politikalar geliştirerek, sanayi sektörleri ile ortak uygulamalı pilot projelerin hazırlanması, şirketler için eğitim, sertifika programları ve danışmanlık hizmetleri verilmesi önem ve aciliyet arz

etmektedir. Yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanlarında banka ve özel finans kuruluşları tarafından sağlanan avantajlı kredilerin ilde tanıtılması ve ile özgü teşvik ve destekleme mekanizmaları için gerekli düzenleme ihtiyaçlarını tespit etmek üzere bir çalışma yürütülerek, potansiyel kullanıcılarla buluşturulması için üniversite bünyesinde bir kuluçka merkezinin kurulması önerilmektedir.

Ülkemizde de 22 Eylül 2008 tarihinde Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından yayınlanan “Turizm İşletmesi Belgeli Konaklama Tesislerine Çevreye Duyarlı Konaklama Tesisi Belgesi Verilmesine Dair Tebliğ” uyarınca sürdürülebilir turizm kapsamında, çevrenin korunması, çevre bilincinin geliştirilmesi, turistik tesislerin çevreye olan olumlu katkılarının teşvik edilmesi ve özendirilmesi amacıyla, çevreye duyarlı konaklama tesislerinin sınıflandırılmasına ve belgelendirilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlenmiştir. Sınıfları için belirlenen asgari puanı sağlayan tesislere Çevreye Duyarlı Konaklama Tesisi Belgesi (Yeşil Yıldız Simgesi) ve plaketi Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından verilmektedir. Bu kapsamda Şırnak ili ve çevre ilçelerinde turizm amaçlı konaklama tesislerinin aydınlatma, ısıtma ve soğutma taleplerinin güneş enerji potansiyeli ile karşılanması, ilin ‘Yeşil Turizm’ politikalarına entegre olmasını sağlayarak yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmelidir.

Şırnak ili tarım arazilerinde sulama amaçlı kullanılan pompaların elektrik tüketiminde ortaya çıkan, çiftçiler üzerindeki mali yükün azaltılması yönünde güneş enerjisi ile çalışan sulama sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amaçlanmalıdır. GAP Eylem Planı çerçevesinde yapılması öngörülen sulama yatırım stratejilerinden biri olan güneş enerjisi ile çalışan pompaların Şırnak ilinde üretilmesi için bir program, tahmini bütçe ve pazar araştırması hazırlanması önemlidir.

2017 TÜİK verilerine göre TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt) bölgesinde Türkiye ortalamasına göre en yüksek işsizlik oranı %26, en düşük istihdam oranı %28,2 ve en düşük iş gücüne katılım oranı %38,6 olarak belirlenmiştir. İlde istihdamın artırılması ve göç oranlarının azaltılması için güneş enerji teknolojilerinin üretilmesine yönelik yatırımların artması ilin refah düzeyini olumlu yönde etkileyeceği kaçınılmazdır. Bu anlamda yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmayı hedefleyen yatırımlar, özellikle de teknolojilerin üretilmesi aşamasında önemli miktarda nitelikli işgücüne ihtiyaç duymaktadır. Ara elemanlar başta olmak üzere nitelikli insan gücü yetiştirilmesi için orta öğretim seviyesinden başlayarak programlar uygulanması için pilot okullar (meslek liseleri) seçilerek, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği konularında teknik öğretmenlerin eğitilmesi, kitapların hazırlanması ve uygulama ekipmanların tedarik edilmesi gerekmektedir. İlgili alanların müfredatlarında MEB tarafından onaylanması için il ve ilçe Milli Eğitim Müdürlüklerinin hazırlıklarına başlaması önerilmektedir.

PV teknolojisinin üretim sürecinde katma değeri en yüksek olan sistem elemanı hücredir. Güneş enerjisi teknolojisinin geliştirilmesinde öncelikle hedeflenen PV hücre seri üretiminin gerçekleştirilmesi olmalıdır. PV hücre teknolojisinin geliştirilmesinde Üniversitemiz de başta olmak üzere, TÜBİTAK ve diğer araştırma kuruluşlarında yürütülen Ar-Ge faaliyetlerinin arttırılmasının yanı sıra, yerli üretim ile sanayide teknolojik dönüşüm mekanizmalarının çalıştırılması ile Bölge'ye ve il'e ekonomik canlılık getirilmesi amaçlanmalıdır.

GES yatırımlarının uzun vadede Şırnak ili ekonomisinde yaratacağı fayda ve maliyetlerin öngörülmesi, güneş enerjisinin Türkiye elektrik sistemi içerisinde yerinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Bu kapsamında GES yatırımlarının; istihdam üzerindeki olumlu etkisi, sera gazının azaltılmasındaki faydası ve şebekeye entegrasyonu için gerekli ilave yatırımların değeri daha önce Şırnak ili için hesaplanmamıştır. İlgili çalışmanın bir an önce yapılmasıyla beraber enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasındaki etkisi ortaya konulmalıdır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin üretilmesinde ve geliştirilmesi konusunda Dünyada ve Ülkemizde büyük yatırımlara imza atılmaktadır. Bu amaçla kurulacak santrallerde, elektromekanik ekipmanın montajında ve daha sonrasında santrallerde ki işletme ve bakım-onarım gibi alanlarda çalışabilecek nitelikli ara eleman sıkıntısı ciddi seviyelerdedir. Bu tür işletmelerin sayısı arttıkça bu konudaki eleman ihtiyacı daha da artacaktır. Şırnak Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde 2012 yılından itibaren eğitim ve öğretime devam eden Yenilenebilir Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, akademik yapısı ve mezun öğrencileri ile ilin yenilenebilir enerji sektörünün ilerlemesinde büyük rol sahibi olacaktır. Bu doğrultuda, 2019 yılı itibari ile Yenilenebilir Enerji Sistemleri yüksek lisans programının açılmasına yönelik başvuruda bulunulması hedeflenmektedir. Enerji Mühendisliği bölümlerinin akademik alt yapılarının güçlendirilmesi ile Bölgede ve Ülkede ara eleman ihtiyacının yetiştirilmesine yönelik adımlar atılmış olacaktır.

KAYNAKLAR

- CEBECİ S. (2017). Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretim potansiyelinin değerlendirilmesi, İktisadi sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Uzmanlık tezi, syf 20., Türkiye.
- ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, 2014.
- GAP, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Kalkınma İdare Başkanlığı, *Gap Eylem Planı (2014-2018)*, Şanlıurfa.
- MMO, (2012). *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, Yayın No: MMO/588, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Ankara.
- TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş.), *Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2015 – 2019)*, Ankara, Temmuz 2015.

- URL1, Global Solar Atlas, *Dünya güneş enerji potansiyel atlası*, 25.04.2018 tarihinde <http://globalsolaratlas.info/> adresinden erişilmiştir.
- URL2, Global Solar Atlas, *Türkiye güneş enerji potansiyel atlası*, 27.04.2018 tarihinde <http://globalsolaratlas.info/> adresinden erişilmiştir.
- URL3, YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü), *Güneydoğu Anadolu Bölgesi Güneş Enerji Potansiyeli* 23.04.2018 tarihinde <http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/gunes.aspx> adresinden erişilmiştir.
- URL4, Solar-Med Programı, *Güneydoğu Anadolu Bölgesi Güneş Enerji Potansiyeli*, 30.04.2018 tarihinde <http://www.solar-med-atlas.org/solarmed-atlas/map.htm#t=ghi> adresinden erişilmiştir.
- URL5, Enerji Atlası, 30.04.2018 tarihinde <http://www.enerjiatlası.com/gunes/>, adresinden erişilmiştir.
- URL6, Enerji Atlası, 01.05.2018 tarihinde <http://www.enerjiatlası.com/sehir/>, adresinden erişilmiştir.
- URL7, Türkiye İstatistik Kurumu, 28.04.2018 tarihinde <http://www.tuik.gov.tr>, adresinden erişilmiştir.
- URL8, YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü), Şırnak İli Güneş Enerji Potansiyeli *Atlası (GEPA)*, 30.04.2018 tarihinde <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/73.aspx> adresinden erişilmiştir.
- URL9, İsveç Öğrenci Evi, 02.05.2018 tarihinde <https://www.archdaily.com/432984/halo-swedish-students-solar-decathlon-entry>, adresinden erişilmiştir.
- URL10, *Dişarbakır Güneş Evi*, 02.05.2018 tarihinde <http://www.solarportall.com/50000-ogrenci-diyarbakir-gunes-evinde/>, adresinden erişilmiştir.
- URL11, *Avustralya çölünde 50,000 adet güneş enerjili ampül*, 02.05.2018 tarihinde <https://www.thisiscolossal.com/2016/03/solar-powered-bulb-installation-bruce-munro/>, adresinden erişilmiştir.
- URL12, *Afrika Etiyopya kırsal kesiminde aydınlatma örneği*, 02.05.2018 tarihinde <http://www.bailiffafrica.org/africas-need-is-not-another-great-lamp-design-envent-energy-energizes-solar-lamp-distribution-in-ethiopia-ecostories/>, adresinden erişilmiştir.
- URL13, *Singapur botanik bahçesinin güneş enerjili aydınlatması*, 02.05.2018 tarihinde <https://edition.cnn.com/2012/06/08/world/asia/singapore-supertrees-gardens-bay/index.html>, adresinden erişilmiştir.
- URL14, İstanbul İETT duraklarının güneş enerjisi ile aydınlatılması, 02.05.2018 tarihinde http://www.ledlight-solar.com/menu_detay.asp?id=5520, adresinden erişilmiştir.
- URL15, *Haberleşme sistemlerinde PV sistemlerinin kullanılması*, 03.05.2018 tarihinde <https://cleantechnica.com/2012/04/15/telecom-tower-market-a-2-gw-solar-power-opportunity-in-india/>, adresinden erişilmiştir.
- URL16, *Haberleşme sistemlerinde PV sistemlerinin kullanılması*, 03.05.2018 tarihinde <https://sti.epfl.ch/combining-antennas-with-solar-panels/>, adresinden erişilmiştir.
- URL17, *Afet sırasında enerji gereksiniminin PV sistemleri ile sağlanmasına ilişkin iyi uygulama örneği*, 03.05.2018 tarihinde <https://www.ecospheretechnology.com/environmental-engineering-technologies/powercube>, adresinden erişilmiştir.
- URL18, *Sinyalizasyon sistemlerinde PV uygulama örnekleri*, 05.05.2018 tarihinde <https://eurekaec.ac.rw/home/photovoltaic-pv/stand-alone-systems/>, adresinden erişilmiştir.
- URL19, *Tarımda güneş enerjisi ile sulama uygulaması (GAP)*, 05.05.2018 tarihinde <http://www.gapgreen.org/hakkimizda/>, adresinden erişilmiştir.
- URL20, *Güneş enerjisi ile sera ısıtma ve soğutma örneği*, 05.05.2018 tarihinde www.enerji-dunyasi.com/yayin/324/kendi-enerjisini-kendi-ureten-cam-sera_23994.html#.W-smJvZuJB, adresinden erişilmiştir.

- URL21, *PV sistemlerinin kullanılmasında elektrik gücü ile çalışan araçların bataryalarının şarj edilmesi*, 06.05.2018 tarihinde <https://www.solarpowerrocks.com/affordable-solar/how-much-solar-do-i-need-to-charge-my-electric-car/>, adresinden erişilmiştir.
- URL22, *PV sistemlerinin kullanılmasında elektrik gücü ile çalışan araçların bataryalarının şarj edilmesi*, 06.05.2018 tarihinde <https://phys.org/news/2013-06-world-largest-all-solar-powered-boat-nyc.html>, adresinden erişilmiştir.
- URL23, *PV sistemlerinin kullanılmasında elektrik gücü ile çalışan araçların bataryalarının şarj edilmesi*, 06.05.2018 tarihinde <https://newatlas.com/dethleffs-electric-motorhome-concept/51096/>, adresinden erişilmiştir.
- URL24, *Çin'de kurulan güneş tarlaları*, 07.05.2018 tarihinde <https://www.weforum.org/agenda/2017/06/china-worlds-largest-floating-solar-power/>, adresinden erişilmiştir.
- URL25, *Burdur'da kurulan Güneş tarlası*, 07.05.2018 tarihinde <https://www.dunya.com/sectorler/enerji/burdur-74-milyon-dolarlik-gunes-santrali-haberi-350274>, adresinden erişilmiştir.
- URL26, *İspanya'da güneş kulesi uygulamaları*, 07.05.2018 tarihinde <https://www.eurekalert.org/multimedia/pub/175485.php>, adresinden erişilmiştir.
- URL27, *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü eğitim tesisinin güneş enerjisi ile soğutması*, 03.05.2018 tarihinde http://www.yegm.gov.tr/verimlilik/e_ornek_bina.aspx, adresinden erişilmiştir.
- URL28, *Güneş enerjisi ile soğutma uygulaması*, 08.05.2018 tarihinde <http://www.frigidrigid.com/product/solar-refrigerator-freezer/>, adresinden erişilmiştir.
- URL29, *Güneş enerjisi ile çalışan pişirici uygulamaları*, 08.05.2018 tarihinde http://www.abagunesenerjisistemleri.com/urun_detay.aspx?urun_id=154, adresinden erişilmiştir.
- URL30, *Güneş enerjisi ile kurutma uygulaması*, 09.05.2018 tarihinde <http://www.gunessistemleri.com/kurutma.php>, adresinden erişilmiştir.
- URL31, *Hacettepe Üniversitesi Yeni ve Temiz Enerji Uygulama ve Araştırma merkezinde kurulu güneş enerjili kurutma düzeneği*, 09.05.2018 tarihinde <http://www.yetam.hacettepe.edu.tr/foto.shtml>, adresinden erişilmiştir.
- URL32, *Güneş enerjisi ile çalışan su damıtma, oyuncak, çadır, giysi, çim biçme makinesi, barbekü vb. ürünler*, 09.05.2018 tarihinde <https://www.ambientweather.com/kaka600.html>, adresinden erişilmiştir.
- URL33, *PV sistemlerinin alternatif uygulama örnekleri*, 11.05.2018 tarihinde <https://area-info.net/solar-powered-atm-market-research-report-2017/>, adresinden erişilmiştir.
- URL34, *California kentinde güneş enerjisi ile okyanus suyundan içme suyu üretme sistemi (PIPE)*, 11.05.2018 tarihinde https://www.boredpanda.com/solar-powered-water-desalination-pipe-california/?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=organic, adresinden erişilmiştir.

ŞIRNAK'TA RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIM OLANAKLARI

Ahmet Turşucu¹
Asaf Tolga Ülgen²

ÖZ

'Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştay'ı ile Şırnak ilinin yenilenebilir enerji ve maden kaynaklarından yararlanma potansiyeli üzerine etkili ve olumlu açık oturumlar yapılmıştır. Bu çalıştayın temel tartışma konularından biri de yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının belirlenmesi ve belirlenen bu enerji kaynaklarının verimliliği ve kurulum maliyetleri üzerine tartışmalar yapılmıştır. Aynı zamanda Şırnak ilinin enerji ve maden potansiyeli üzerine çözüm önerileri de konuşulmuştur. Bu tartışmaların sonucunda Şırnak'ın güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu açıkça ortaya konulmuş, fakat Şırnak'ın coğrafi konumu ve önemi itibarıyla rüzgâr enerjisinin de dikkate alınması gerektiği sonucu ortaya çıkmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları içinde elektrik üretiminde en fazla ümit vadeden enerji kaynağı rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr enerjisi santralinin (RES) kurulum maliyetinin yüksek olmasına rağmen işletim masrafının düşük olması ve diğer yenilenebilir enerji santrallerine göre RES'lerin uzun ömürlü olması en önemli avantajları arasındadır. Yakın geçmişte bölgede yaşanan güvenlik sorunlarından dolayı, bu önemli yenilenebilir enerji kaynağının Şırnak ilinde gelişmemesine sebep olduğu çalışmaya katılan bilim insanları hem fikir beyan etmiştir.

Şırnak ili rüzgâr enerjisi potansiyeli yıl içinde iklim şartlarına bağlı olarak farklılık göstermektedir, ancak rüzgâr hızı yıllık ortalama değeri iyi bir potansiyele sahiptir. Şırnak ili genelinde tarım arazisi olarak kullanılan alanların sınırlı olması ve dağlık bölgenin fazla oluşu RES'lerinin kurulmasına olanak sağlamaktadır. Ayrıca, bölgenin rüzgâr enerjisi potansiyelini ve fizibilite raporlarının hazırlanması için bilgisayar destekli yazılımlarla çalışılması ön görülmüştür. Bu araştırmaları destekleyecek somut verilerinin elde edilmesi

- 1 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Şırnak, Türkiye, 7300, ahmettursucu@sirnak.edu.tr
- 2 Şırnak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Şırnak, Türkiye, 7300, ulgen_at@sirnak.edu.tr

için saha çalışmaları yapılabileceği sonucuna varılmıştır. Rüzgâr enerjisi uzun yıllardır insanlığa büyük fayda sağlamış ve yeni atılımlarla Şırnak için de fayda sağlayabileceği açıkça anlaşılmıştır. Bunların yanında, güneş ve dünya var olduğu sürece rüzgâr enerjisi, tükenmeyecek temiz bir enerji kaynağıdır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, rüzgâr enerjisi, rüzgâr türbini, HOMER.

USAGE OF WIND ENERGY and POTENTIAL in ŞIRNAK

ABSTRACT

“The International Şırnak Energy and Mine Workshop” with Şırnak’s open sessions on the potential for utilization of renewable energy and mine resources have been held. One of the main discussions of this workshop is the identification of renewable and non-renewable energy sources, and discussions have been made on the efficiency of these energies and the cost of installation. At the same time, Şırnak was mentioned as a solution of the energy and mining potentials. As a result of these discussions, it is clear that Şırnak’s solar energy potential is reasonable, but the result is that the wind energy should also be taken into consideration due to the geographical position and importance of Şırnak. Wind energy is the most hope for electricity generation, among the renewable energy sources. Although the installation cost of the wind power plant (RES) is expensive, the operating costs are considerably low. According to other renewable energy plants, the serviceable of RES is one of the most important advantages. Due to security problems in the recent past, they believes that this important renewable energy source has caused the development in Şırnak.

The wind energy potential of Şırnak province differs depending on the climate conditions during the year, but the annual average value of the wind speed has a good potential. The limited use of agricultural land through the Şırnak province and the excess of the mountainous region allows for the establishment of RES. It is also anticipated that the region will be studied with computer aided software to prepare the wind energy potential and feasibility reports. It is the result that field studies can be done to obtain concrete data to support these researches. It has been clearly understood that wind energy has benefited mankind for many years and that it can also benefit Şırnak with new leaps. Besides these, as long as the sun and the earth are present, the wind energy is a clean energy source that will not run out.

Keywords: Renewable energy, wind power, wind turbine, HOMER.

1. GİRİŞ

Enerji; yaşamın vazgeçilmez kaynaklardan biridir ve birçok biçimde (kimyasal, ısı, potansiyel, kinetik, mekanik, elektrik, manyetik, nükleer, ışık ve ses enerjisi gibi) var olmaktadır, ayrıca günümüzde çoğunlukla enerji kaynağı olarak kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar kullanılmaktadır (Erkınay, P. U., 2012). Fosil yakıtlarının ucuz ve kolay elde edildiğinden dolayı birçok ülkede sık tercih edilmekte ve fosil yakıtların yanması sonucu karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), kükürt trioksit (SO_3), halon ve diazot oksit (N_2O) gibi sera etkisi yapan gazlar ortaya çıkmaktadır (Mengi, D.F., 2013). Bu yakıtların kullanımı aynı zamanda çevreyi ve insan sağlığını da olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz etkilere sebep olan sera gazı emisyonlarını azaltmak için Türkiye başta olmak üzere birçok ülke çeşitli temiz enerji kaynakları arayışı içine girmiştir. Fosil yakıt kaynaklarının önümüzdeki birkaç yüzyılda ihtiyacı karşılamayacak kadar sınırlı olması, hava kirliliği ve sera etkisi gibi ortaya çıkan çevresel sorunlar sonucu, yenilenebilir enerji kaynakları tüm dünyada katlanarak artan bir ilgi ile karşılanmakta ve enerji ihtiyacının karşılanmasında önemli bir kaynak olduğu yapılan çalışmalarla ispatlanmıştır (Özerdem, B., 2003)

Güneş, rüzgâr, jeotermal, hidro ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları çevreyi kirletici etkisi olmayan, sürekli kullanılabilen ve doğal yolla kendini yenileyen temiz enerji kaynaklarıdır (Akınsal, A., 2009). Rüzgâr, atmosferdeki alçak basınçla yüksek basınç bölgesi arasında yer değiştiren hava akımıdır (Karadöl, İ., 2017). Rüzgâr enerjisi kaynağı güneş olan, yenilenebilir ve sonsuz bir güçtür (Ergün, D., 2017). Yer yüzeyinin ve atmosferin güneş tarafından homojen ısınmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık farkından dolayı oluşan hava akımı, daha fazla ısınan hava kütlelerini atmosferin üst kısımlarına doğru iter, bu hava kütlelerinin yükselmesi sonucu bıraktığı boşluğa, aynı hacimdeki başka bir soğuk hava kütlesi yerleşir. Rüzgarlar, yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru hareketi, dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, yerel ısı yayılımı, rüzgâr önündeki farklı atmosferik olaylar ve arazinin topoğrafik yapısı gibi nedenlerden dolayı şekillenir (Gökdemir, A., 2017).

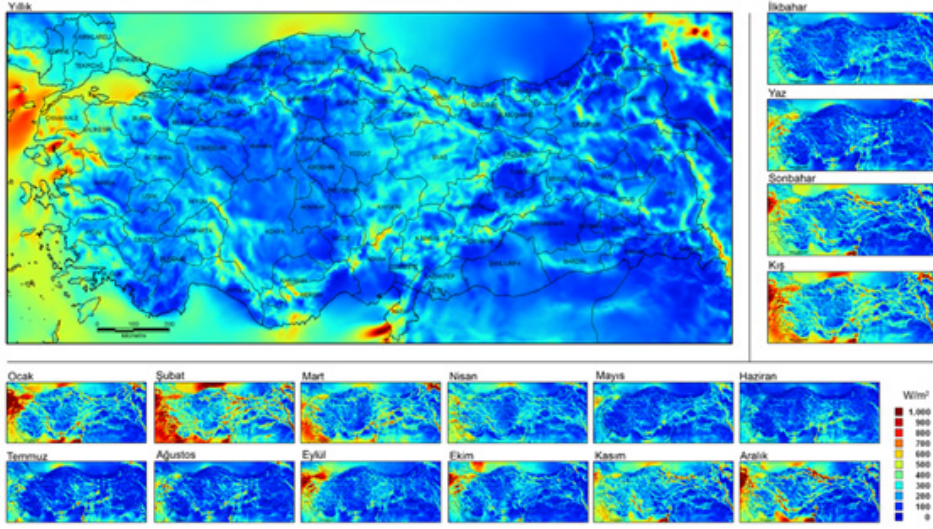
Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre Türkiye'nin 2017 yılı itibariyle toplam elektrik üretiminin %36,81'i doğalgaz, %19,5'i hidrolik, %18,4'ü ithal kömür, %16'si taş kömür ve linyit, %6,41'i rüzgâr ve %2'si jeotermal ve kalanı biyogaz kullanılarak gerçekleştiriliyor. 18 Mayıs 2009 tarihinde yayımlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne göre 2023 yılına kadar elektrik üretimi için Türkiye'nin tüm yerli kömür ve hidrolik potansiyelinin kullanılması, rüzgâr kurulu gücünün 20,000 MW'a, jeotermal kurulu gücünün 600 MW'a ulaştırılması hedefleniyor. Türkiye'nin onuncu kalkınma planlarına

göre elektrik enerjisi gereksiniminin %12'sini rüzgâr enerjisinden karşılamayı planlamaktadır ve Türkiye'de rüzgâr potansiyeli bakımından zengin olan bölgelerimiz Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz kıyılarıdır. Elektrik İşleri Etüd idaresi tarafından hazırlanan "Türkiye Rüzgâr Atlası" verilerine göre yerleşim alanları dışında 50 m yükseklikteki rüzgâr hızları, Marmara, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz kıyılarında 6,0 – 7,0 m/sn, iç kesimlerde ise 5,5 – 6,5 m/sn civarında, Batı Akdeniz kıyılarında 5,0 –6,0 m/sn ve iç kesimlerde 4,5 – 5,5 m/sn, Kuzey –Batı Egede ise kıyılarda 7,0-8,5 m/sn ve iç kesimlerinde ise 6,5-7,0 m/sn dir (EIE,2012). Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri'nin uzay çalışmaları ile saptadığı meteorolojik verilerine göre Türkiye'nin rüzgâr enerjisi bakımından zengin olduğunu göstermektedir. Türkiye'nin bulunduğu coğrafi yöreye bağlı olarak komşu ülkelerde ve bölge ülkelerinde yapılmış ölçüm verileri de bu bulguyu desteklemektedir (DPT, 2001).

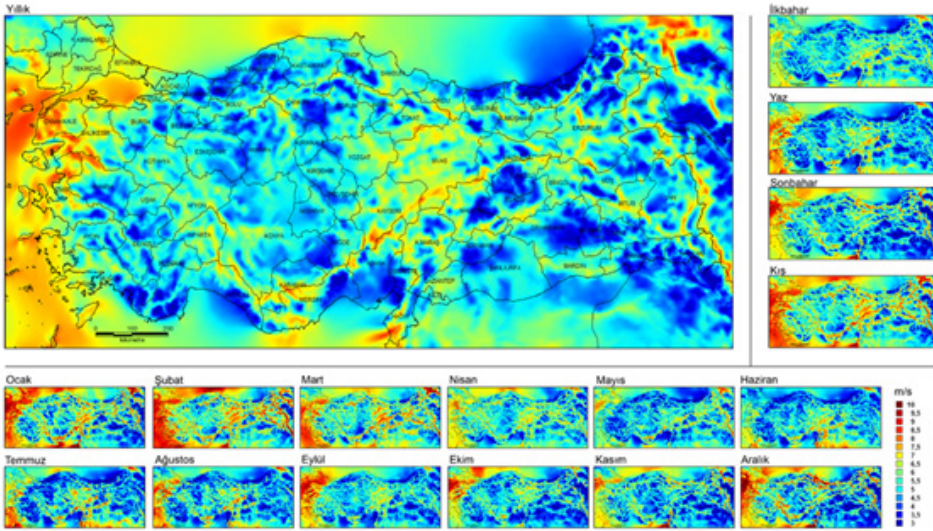
2. TÜRKİYE ve ŞIRNAK'IN RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİ

Türkiye'de faaliyet gösteren 172 RES'leri bulunmaktadır ve toplam kurulu gücü 5.789,39 MW'dır. 2016 yılında RES ile 15.369.548.000 kilovat-saat elektrik üretimi yapılmıştır. Türkiye'de ilk rüzgâr santrali 1998 yılında İzmir Çeşme-Germiyan bölgesinde kurulmuştur (Alize Çeşme Santrali). Bu santral, yap-işlet-devret modeliyle kurulmuş ve üç adet rüzgâr türbinden oluşan tesisin kurulu gücü 17.4 MW'dir. Türkiye, rüzgâr potansiyeli yüksek ülkeler arasında yer alıyor olmasıyla birlikte rüzgâr enerjisine verilen önem 2005'de "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu'nun çıkarılmasıyla kanunlaştırılmıştır. İzmir'de kurulan RES'den sonra Bandırma, Çeşme yarımadası, Manisa, Hatay ve Çanakkale'de yeni santraller kurulmuş ve bu santrallerin gücü ise 150 MW'ı bulmaktadır. Bugün tükettiği enerjinin yaklaşık %6,41'ini RES'lerden karşılayan ülkemizde birçok rüzgâr türbini çeşidi kullanılmaktadır. Bugün itibariyle Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan (EPDK) lisans ve ön lisans alan tüm RES'ler devreye girdiği takdirde ülkemizin rüzgâr santrallerinin kurulu gücü 12.768 MW'a ulaşacak ve tüm elektrik tüketiminin %12'si rüzgâr santrallerinden karşılanabileceği ön görülmektedir. Ayrıca EPDK tarafından 2018 yılı sonuna kadar 3.000 MW daha rüzgâr santrali başvurusu kabul edilecektir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) tarafından yapılan araştırmalara göre Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyel haritası (atlası) Şekil-1 ve Şekil-2'de verilmiştir. Şekil-1'de 2017 yılı için Türkiye'deki mevsimlere ve aylara göre 50 m yükseklikteki rüzgâr gücü yoğunluğu ve Şekil-2'de ise rüzgâr hızı grafikleri verilmiştir (YEGM, 2012).



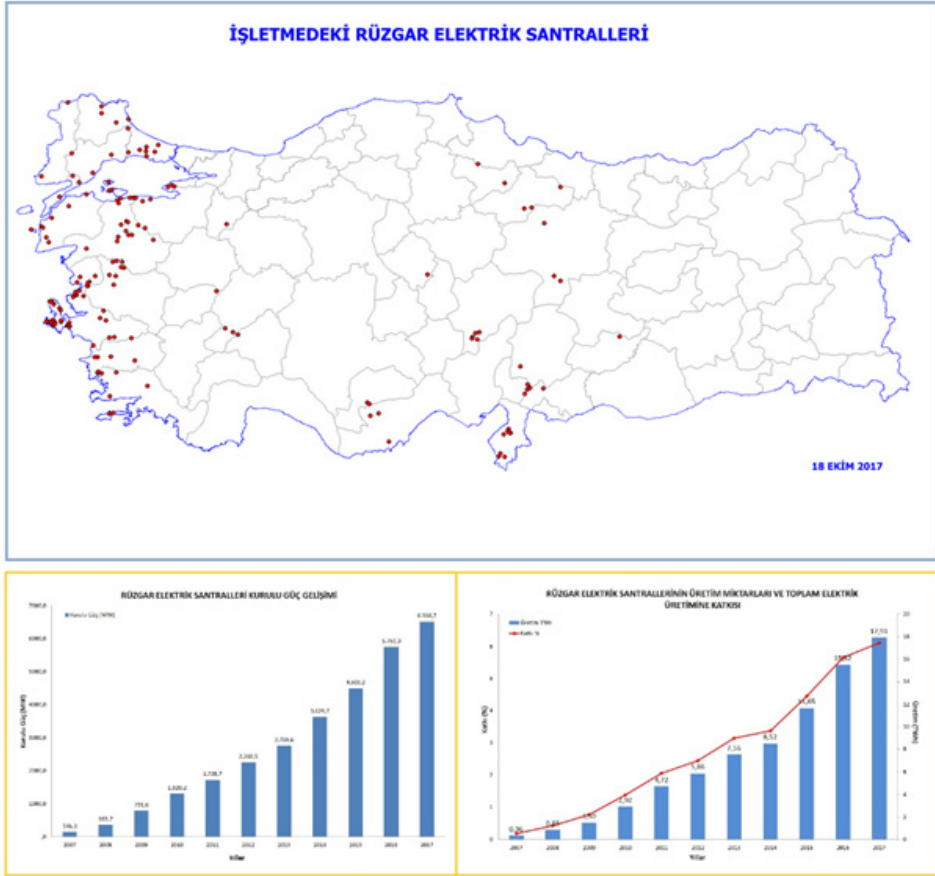
Şekil 1. Türkiye'nin 2017 yılı için mevsimsel ve aylık rüzgâr gücü yoğunluğu (50 m yükseklik).



Şekil 2. Türkiye'nin 2017 yılı için mevsimsel ve aylık rüzgâr hızı (50 m yükseklik).

Şekil-1 ve Şekil-2'de gösterileceği üzere Türkiye'nin rüzgâr potansiyeli bakımından zengin olan bölgelerimiz Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz kıyılarıdır. Bunun yanı sıra Karaman, Kayseri, Tokat, Ağrı ve Van illeri civarlarında da önemsenek derecede rüzgâr enerjisi potansiyeli vardır. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli kapasite faktörü haritası Şekil-3'de gösterilmiştir. Harita, YEGM tarafından hazırlanmıştır ve ekonomik bir RES yatırımı için kapasite faktörü %35 olarak baz alınır. Kocaeli (78), Kırşehir (0), Sakarya (2), Uşak

(9), Erzurum (18), Van (19), Bitlis (22), Kars (3), ve Trabzon (17) illerinde, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından açıklanan teorik rüzgâr santrali kapasitesinin üzerinde işletme, inşaat ve lisans işlemi başlatmıştır. Tabloda yayınlanan teorik potansiyel değeri 50 metre yükseklikte 6,8 *m/s* ve üzerinde rüzgâr alan, türbin kurulabilir kara alanı için hesaplanmış değerler olup, 7 *m/s* üzerinde rüzgâr hızına sahip bölgeler için Türkiye toplam RES potansiyelinin 48.000 *MW* olduğu belirtilmiştir. Karalar haricinde, deniz üstüne kurulacak rüzgâr potansiyelinin ise 17.393 *MW* olduğu hesaplanmıştır.



Şekil 3. Türkiye'nin işletmedeki rüzgâr enerjisi santralleri.

Şırnak ili rüzgâr enerjisi potansiyeli, geçtiğimiz on yılda yapılan araştırmalar ve analizlerle belirlenmiş ve rüzgâr enerjisi potansiyeli çeşitli bilgisayar destekli yazılımlarla yeniden inceleme şansı bulunmuştur. Böylece daha verimli ve etkili sonuçlara ulaşılması hedeflenmiştir. Bununla birlikte Dicle Kalkınma Ajansı (DİKA) tarafından TRC3 bölgesi (Şırnak-Mardin-Siirt-Batman) için yayınlanmış enerji raporlarına göre Mardin, Batman, Şırnak ve Siirt illeri için 50 *m*'de rüzgâr

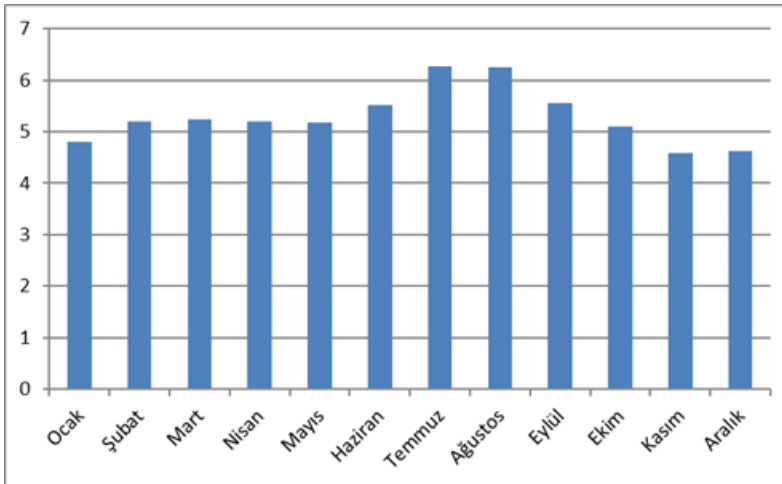
enerjisi kaynak bilgileri Tablo-1’de verilmiştir (Dicle Kalkınma Ajansı (DİKA), (2010)).

Tablo 1. TRC3 Bölgesi 50 m’de Rüzgâr Kaynak Bilgileri.

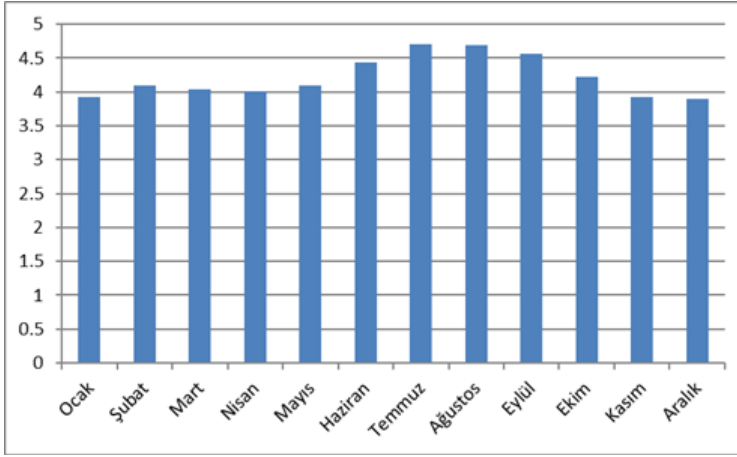
İller	Toplan Alan (Km ²)	Toplam Kurulu Güç (Mw)	50 m’de Rüzgâr (W/m ²)	50 m’de Rüzgâr Hızı (m/s)
Mardin	102	509		
Batman	2	8		
Şırnak	0	0	300-400	6,8-7,5
Siirt	3	15		
TRC3 Bölgesi	106	532		

Kurulacak rüzgâr enerjisi santralının ekonomik özellik kazanması için bölgede mevcut rüzgâr hızının 50 m’de en az 7 m/s olması gerektiği hesaplanmıştır. Rüzgâr hızının yanında santralin kurulması için gerekli sahanın da en iyi Mardin ilimizde mevcut olduğu tespit edilmiştir. Kapsamlı bir araştırma yapılmadığından dolayı santral kurulacak alan bakımından Şırnak ilinde mevcut potansiyelin olmadığı rapor edilmiştir. Fakat, YEGM raporlarına göre Şırnak ilinin batısında yer alan Cizre-İdil il sınırları arasında RES’leri kurulması düşünülebilir. Çünkü hem rüzgâr hızı hem de uygun arazi şartları bakımından oldukça yeterli şartlara sahiptir.

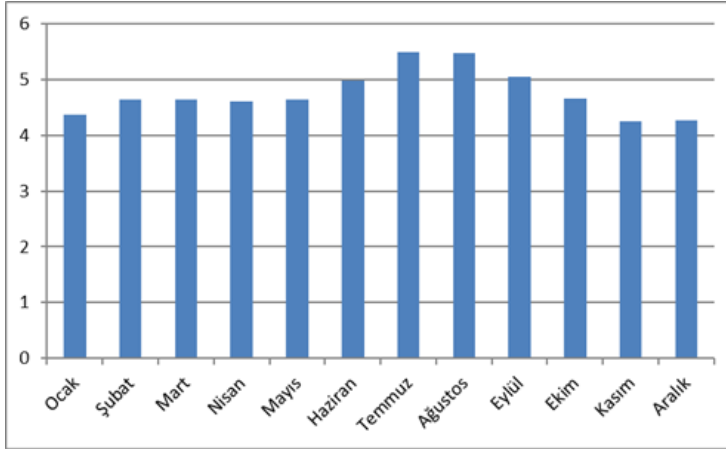
DİKA tarafından yapılan araştırmalara ek olarak bilgisayar destekli yazılımlar kullanılarak bu bölgenin rüzgâr enerjisi için veriler elde edilmiştir. NASA tabanlı verilere erişebildiğimiz HOMER yazılımı ile elde ettiğimiz bilgiler ışığında grafiksel olarak TRC3 bölgesi illerinde rüzgâr hızı potansiyelini inceleyebilmekteyiz (Şekil-4 ve Şekil-7 arası).



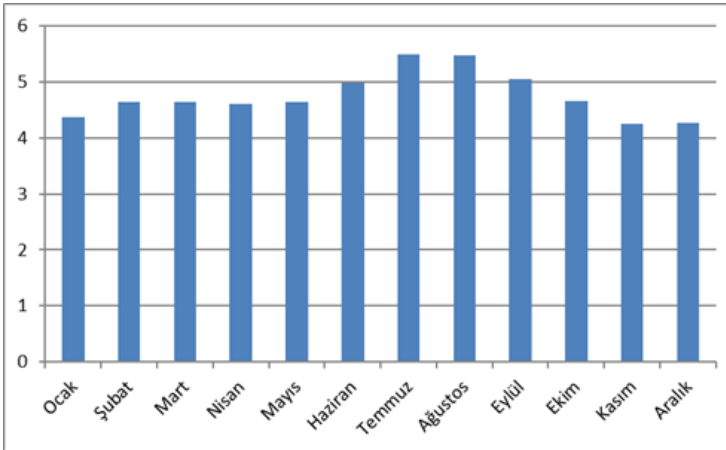
Şekil 4. Şırnak yıllık rüzgâr hızı potansiyeli. (Rüzgâr Hızının(m/s) aylık değişimi)



Şekil 5. Mardin yıllık rüzgâr hızı potansiyeli. (Rüzgâr Hızının(m/s) aylık değişimi)



Şekil 6. Batman yıllık rüzgâr hızı potansiyeli. (Rüzgâr Hızının(m/s) aylık değişimi)



Şekil 7. Siirt yıllık rüzgâr hızı potansiyeli. (Rüzgâr Hızının(m/s) aylık değişimi)

HOMER yazılımından elde edilen verilerle hazırlanan grafiklerden de anlaşıldığı üzere verimli bir rüzgâr enerji santralinin kurulumu için gerekli olan 7 m/s'lik rüzgâr hızı TRC3 bölgesi illerinde elde edilememektedir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji türlerinden olan rüzgâr enerjisi için bölge elverişli değildir. Ancak, küçük ölçekli işletmeler için veya bireysel kullanım amacıyla geliştirilmiş sistemlerin kullanımında, yeteri kadar kaynağa sahip oldukları da açıkça anlaşılmaktadır.

3. RÜZGÂR ENERJİSİNİN KULLANIMI

Dünya genelinde enerji üretiminde en çok fosil kaynaklı yakıt kullanılmaktadır ve bu kaynakların çevreye vermiş olduğu ciddi zararların anlaşılmasıyla yenilenebilir enerji alanına ilgi artmıştır. Dünya'da gelişmiş ülkeler, sınırları dahilinde farklı yenilenebilir enerji kaynaklarının verimliliklerini araştırmakta ve bu kaynaklardan enerji üretmek için özel politikalar geliştirmektedirler. Gelişmekte olan ülkeler sınıfında olan Türkiye, kendi öz kaynaklarının en verimli şekilde değerlendirmek için farklı çalışma gruplarıyla araştırmalar ve analizler yapmaktadır. Farklı yenilenebilir enerji dallarında faaliyet gösteren grupların ortak amacı, daha az ve sıfır karbon salınımı ile temiz enerji elde etmektir. Böylece, ülkemizde ilk özel rüzgâr enerjisi santrali, 1986 yılında 55 kW nominal güç kapasitesi ile İzmir-Çeşme Altinyunus otelinde başlamıştır. Daha sonraki yıllarda yapılan bazı çalışmalar başarısızlıkla sonuçlansa da 1998 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından İzmir-Çeşme-Germiyan'da 1,5 MW kurulu güce sahip ilk rüzgâr enerji santrali kullanıma alınmıştır. (Özgür, M.A., Köse, R., (2006)., Hepbaşlı, A., Özgener, Ö., (2004)) 28 Kasım 1998'de, yap-işlet-devret modeli ile ilk rüzgâr enerjisi santrali olan Alaçatı-ARES kurulmuştur. Santral bünyesinde 12 adet türbin vardır ve türbinler Vestas marka Danimarka üretimi türbinlerdir. Rotor çapları 44 m ve göbek yükseklikleri ise 45 m'dir. Günlük enerji üretimleri ise toplamda tahmini olarak 100.000 kWh olması planlanmıştır. Türkiye'nin coğrafik konumu dikkate alındığında ve rüzgâr enerjisi kaynakları teorik olarak hesaplandığında ülkenin elektrik ihtiyacını tek başına karşılayabilecek bir kaynak olduğu rapor edilmiştir (Sen, Ç. (2003)). Avrupa ülkeleri için rüzgâr enerjisi potansiyeli Tablo-2'de verilmiştir ve bu tabloya göre Türkiye, Avrupa'da rüzgâr enerjisi potansiyeli en ümit verici olan ülkedir. Buna rağmen yenilenebilir enerji konusunda yapılan çalışmalara geç başlaması ve yeterli olmaması, Türkiye'nin istenilen düzeyde rüzgârdan elektrik üretememesine yol açmıştır (Özkurt, Ö., (2000)).

Tablo 2. Avrupa ülkelerinin toplam yüzölçümü, potansiyel rüzgâr sınıfı ve kilometre kare başına yöre potansiyel değerleri.

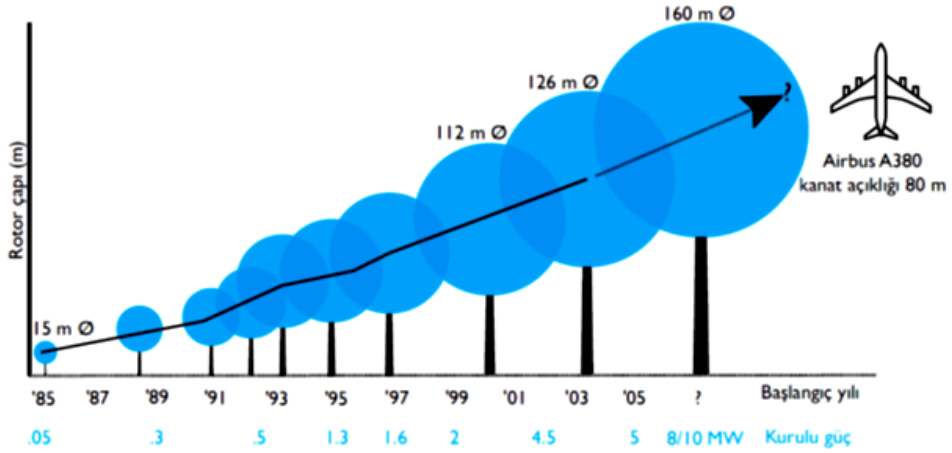
EİKT-Avrupa	Toplam Yüzölçüm 1000 km ²	Potansiyel Rüzgâr Sınıfı>3 1000 km ²	Yöre Potansiyeli km ²	Teknik Potansiyel	
				GW	TWh/yr
Danimarka	43	43	1720	14	29
Finlandiya	337	17	440	4	7
Fransa	547	216	5080	42	85
Almanya	357	39	1.400	12	24
İngiltere	244	171	6840	57	114
Yunanistan	132	73	2640	22	44
İzlanda	103	103	2080	17	34
İrlanda	70	67	2680	22	44
İtalya	301	194	4160	35	69
Hollanda	41	10	400	3	7
Norveç	324	217	4560	38	76
Portekiz	92	31	880	7	15
İspanya	505	200	5160	43	86
İsviçre	450	119	2440	20	41
Türkiye	781	418	9960	83	166

Türkiye'nin elektrik üretiminde rüzgârın payı %6,3 civarındadır ve mevcut rüzgâr enerji santralleri profili aşağıdaki gibi listelenmiştir.

- Kayıtlı Santral Sayısı :180 (163 lisanslı, 17 lisanssız)
- RES Kurulu Güç :6.504 MWe (Kayıtlı: 6.599 MWe)
- Kurulu Güce Oranı : %7,82
- Yıllık Elektrik Üretimi : ~ 16.574 GWh
- Üretimin Tüketime Oranı : %6,37

4. ÜLKEMİZDE RÜZGÂR ENERJİ SANTRALLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Rüzgâr gücüyle çalışan makinelerin ilk örnekleri MS 200 yıllarında Persliler tarafından kullanılmış ve bundan 50 yıl sonra Romalılara kadar ulaşmıştır. Bu makinelerin ilk pratik uygulaması Afganistan, Sistan'da 7'nci asırda Rashidun caliph Umar (634-644) tarafından dik eksenli olan bir yel değirmeninde ve su çekmek için kullanılmıştır. Elektrik üretmek için büyük rüzgâr değirmenlerinin ilk kullanımı 1888 yılında Ohio'da Charles F. Bursh tarafından dizayn edilmiştir. İlk seri üretim için kurulan şirket, 1937'de Marcellus Jacobs tarafından Minnesota'da Jacobs Rüzgâr Elektrik Şirketi isminindedir ve rüzgârlı bölgelerde ayda 400-500 kWh elektrik üreten rüzgâr jeneratörleri üretmeye başlamıştır. 1985 yılından bu yana rüzgâr türbini pervane (rotor) çapına karşılık elektrik üretim güçleri Şekil 8'de gösterilmiştir (Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), (2011)).



Şekil 8. Geçtiğimiz 30 yılda rotor çapı (m) karşın kurulu güç diyagramı.

Ülkemiz mevcut rüzgâr potansiyeli ile tüm elektrik ihtiyacını karşılayacak güce sahiptir ve bu potansiyelden yeterince yararlanabilmesinin önünde bazı sorunlar bulunmaktadır. Alt yapı sorunları karşılaşılan sorunlardan sadece bir tanesi olup önemli yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Alt yapı sorunu, rüzgâr santrali kurulacak bölgede üretimi sağlanacak gücün aktarımında kullanılacak olan iletim hatlarının henüz istenilen kapasitede değildir. Yaşanan bu aksaklığın giderilmesinde ise devlet tarafından iletim hattı kurulumunda yatırımcı kuruluşlara desteğini arttırmasıyla giderilebilir. Benzer sorunlar diğer elektrik üretim tesislerinde de yaşanmaktadır. Hidroelektrik, termik ve doğalgaz gibi elektrik üretim tesislerine de devlet tarafından ciddi destek ve teşvikler verilmesi gerekmektedir. Sürekli gelişen teknoloji ve artan nüfusa sahip ülkemizde, elektrik üretiminin yanında iletiminin de geliştirilmesi büyük önem taşımakta olduğundan erken atılacak adımlar her zaman yaşanacak aksaklıkları engellemede faydalı olacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına sağlanan teşviklerin, diğer fosil kaynaklı tesislere sağlanan teşvikler seviyesine getirilmesi, fosil yakıtlı sistemlerin çevreye ve topluma verdiği zararların da fizibilite çalışmalarına konu olması, ülkeye yapılacak yatırımlarda kullanılan makine-teçhizatın diğer ülkelerin artık malzemeleri olmamasına dikkat edilmelidir. (Sen, Ç. (2003)). Türkiye'nin artan enerji talebini karşılamak üzere mevcut hükümetle enerji politikaları uygulama alınmıştır. Bu enerji politikalarının temel hedefi, enerji ekonomisindeki büyümeyi ve sosyal gelişmeyi destekleyecek şekilde güvenilir ve yeterli miktarda enerjiyi, çevreyi korumaya yönelik ve yerli kaynaklar kullanarak tüketime sunmayı hedeflemişlerdir. Ülkemizde sürdürülebilir kalkınmanın sağlanabilmesinde için hızla gelişen teknolojinin ve artan enerji açığının kapatılabilmesinde, tükenmeyen, temiz ve dışa bağımlı olmayan, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önem kazanmıştır. Türkiye'nin RES toplam kurulu kapasitede 2020 yılında dünyada ilk

5 ülke içerisinde girmesi hedeflenmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek için onuncu ve on birinci kalkınma planlarında devlet teşviklerinden bahsedilmiştir. Bu hedefler doğrultusunda, Türkiye'nin rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2015 yılına kadar 10.000 MW; 2023 yılına kadar yeni yatırımlarla 20.000 MW olması hedeflenmiştir (Polat Enerji Sistemleri Sanayi, 2013). Bu hedefe ulaşmakta izlenen yol haritasına göre yeni rüzgâr enerjisi kapasitesine yaklaşık 18 GW eklenmesi gerekmektedir. Bu hedeflenen rakamlara çıkmak için enerji sektörünün ihtiyaç duyduğu teknolojik altyapının, diğer sektörlerle kıyasla çok daha kısa sürede tamamlanması gerekmektedir. Bununla birlikte yerli üretim türbin kanatları ve türbin kuleleri yabancı firmalarla ortak girişim yapılarak yurt içi piyasada üretilmektedir (Ataseven, M. S. (2011)). Tribün üreten özel firma sayısı artırılmalı, yüksek maliyete sebep olan türbin maliyet artışının azaltılmasında son derece önemlidir. Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde, ülke şartlarına uygun, dünyadaki gelişmeleri özenle takip eden ve orta/uzun vadeli sürdürülebilir enerji politikası uygulanması hayati derecede önemlidir. Dışa bağımsız, yüksek teknoloji, istihdam yaratma potansiyeli olan, ucuz, güvenli, temiz ve potansiyeli yüksek rüzgâr enerjisinin gelişimine ve yaygınlaşmasına yönelik gerekli teşviklerin bir an önce düzenlenmesi Türkiye'nin ekonomisi açısından önem arz etmektedir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Klasik enerji santrallerinde sürekli güç akışı sağlanmasına rağmen, rüzgâr enerjisi üretim santrallerinde ise anlık değişim gösteren rüzgâr hızı nedeni sürekli güç akışı sağlanamamaktadır. Bu nedenle, rüzgâr enerji santrali kurulumunda mevcut rüzgâr gücü ve bölgesel potansiyeli dikkatli araştırılmalıdır. Ayrıca, gelecekte yaşanacak talep artışlarını karşılayacak düzeyde dizayn edilmiş sistemin bulunması gerekmektedir. Mevcut durumda ekonomik özelliği bulunmaya TRC3 bölgesi rüzgâr potansiyelinin, ileri yıllarda gelişmesi muhtemel hidrojen pazarında söz sahibi olacağı tahmin edilmektedir. Hidrojen elde edilmesinde, şebeke bağlantısı olmayan rüzgâr enerji santralının var oluşu yeterli olacağından, pazara hâkim olma öngörüsü ağır basmaktadır. Gün geçtikçe artan petrol fiyatları ve azalan rezervler, geleceğin teknolojisi olan hidrojen yakıtına yönelimi arttıracaktır. Yakıt pili teknolojisinin ham maddesi olan hidrojene olan ihtiyacın yüksek seviyede olacağı yine öngörüler arasındadır. Bu durumlar dikkate alındığında, bugün verimsiz görünen rüzgâr potansiyellerinin ilerleyen süreçte aranan kaynak olacağı açıktır. Ayrıca, ileride talep artışının tahmin edildiği yakıt pili teknolojisinde kaynak oluşturacak olan rüzgâr enerjisi santrallerinin yerli üretim ve yerli sermaye desteklenmesi ile dışa bağımlılığın da şimdiden önlenmesi mümkündür.

Sonuç olarak Şırnak ili için bugün rüzgâr enerjisi üretiminde kurulacak bir santralin maliyeti ile elde edilecek enerji arasında büyük farklar oluşacağından çok verimli bir seçenek olarak görülmemektedir. Ancak, belirttiğimiz gibi ileriye yönelik yatırım amacıyla bugünden fizibilite ve yer belirleme çalışmalarının yapılması, kaynak ayrılarak düşük bütçeli sistemlerin kurulması önceden atılmış önemli bir adım olacaktır. Bunun yanı sıra bölgede yaşanan kaçak elektrik kullanımını önlemek amacıyla geliştirilecek devlet politikalarıyla birlikte bir evin tüm ihtiyacını karşılayabilen rüzgâr türbinleri artık lisans almaya gerek kalmadan 9-11 bin TL aralığında fiyatlarla müstakil ev, villa, çiflik, site ve apartman bahçelerine kurulması teşvik edilmelidir. Kurulan her türbin ortalama 4 yılda kendini amorti ediyor olması ve fazla üretilen elektriğin kilovatsaati de 7-11 dolar arasında değişen fiyatlarla satılabildiği bölge halkına anlatılacak ve ikna edilecek sosyal sorumluluk projeleri gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Farkındalık oluşturulması planlanan bu projelerle, ayrı ayrı rüzgâr türbini kurmak yerine birleşerek büyük kapasiteli türbin kurma yoluna gidebilir. Bu yolla enerji maliyetini düşürmeleri mümkün olabilecektir.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli katkılarını bizlerden esirgemeyen Mühendislik Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği ve Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü araştırma görevlilerine teşekkür ederiz. Ayrıca, çalışmamıza teknik destek sağlayan 2017.03.03.03 numaralı Şırnak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akınsal, A., (2009). “Rüzgâr Enerjisi ve Türkiye Rüzgâr Potansiyeli Rüzgâr Enerjisinde Değişken ve Sabit Fiyat Tarifeleri ve Enerji Depolama Teknikleri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ataseven, M. S. (2011). “Rüzgâr Tribünü Çeşitleri ve Özellikleri”, TÜREB Rüzgâr Günleri 9 Mart 2011, İstanbul.
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), (2001). “8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, <http://ekutup.dpt.gov.tr/enerji/oik585.pdf>, Ankara.
- Dicle Kalkınma Ajansı (DİKA), (2010).”Dicle Bölgesi (TRC3) Enerji Raporu”, T.C. Dicle Kalkınma Ajansı Araştırma Geliştirme ve Programlama Birimi.
- Elektrik İşleri Etüd İdaresi (EİE), (2012). “Türkiye Rüzgâr Atlası” <http://www.eie.gov.tr>.
- Ergün, D., (2017).”Short-Term Wind Energy Prediction System By Using Mesoscale / Microscale Modelling With Model Output Statistics On Various Terrain Types”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erkinay, P., U., (2012). “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Rüzgâr Enerjisinin Türkiye’de Binalarda Kullanımı Üzerine Bir İnceleme”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Gökdemir, A., (2017).” Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Merkez Kampüsü Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi”, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Hepbaşlı, A., Özgener, Ö., (2004). A review on the development of wind energy in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8: 257-276.
- Karadöl, İ., (2017).” Kahramanmaraş Bölgesi İçin Güneş Ve Rüzgâr Enerjisi Hibrit Sisteminin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Mengi, D.F., (2013). “Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Enerji Ve Ekserji Haritasının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB), (2011). Enerji Üretimi, Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Ankara.
- Özerdem, B., (2003). Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği, Türkiye 9. Enerji Kongresi, 24-27 Eylül 2003, İstanbul.
- Özgür, M.A., Köse, R., (2006). Assesment of the Wind Energy Potential of Kutahya, Turkey, *Energy Exploration & Exploitation*, 24:113-129.
- Özkurt, Ö., (2000). Rüzgâr Enerjisi, <http://www.aydinlanma1923.org/sayi/32/32-06.htm>.
- Polat Enerji Sanayi ve Ticaret A.Ş., “Bilgi Bankası, Türkiye Rüzgâr Enerjisi”, http://www.polatenerji.com/b_ratlas.php, (Erişim Tarihi:11.01.2013).
- Sen, Ç. (2003). “Gökçeada’nın Elektrik Enerjisi ihtiyacının Rüzgâr Enerjisi İle Karşlanması», Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM), (2012). REPA (İl Bazlı Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Haritası). http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html. Ankara/Çankaya.

ENERJİDE KÖMÜRÜN YERİ VE ŞIRNAK ASFALTİT SAHALARI

Ömer Bayrak¹
Metin Aktan²

ÖZ

Ülkemizdeki kömürler genelde düşük ısıl değere sahip linyit özellikli kömürler olduğundan, elektrik üretimi amaçlı değerlendirilmeleri daha uygundur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığımızın 2023 ve sonraki yıllara hitap eden uzun vadeli planlamaları arasında, enerjide dışa bağımlı olmamızdan kaynaklı cari açığımızın azaltılmasına yönelik çeşitli planlamalar mevcuttur.

Bu anlamda Güneydoğu Anadolu Bölgemiz'in Şırnak havzasında bulunan asfaltitlerimiz, yörenin elektrik üretim ihtiyacının karşılanması açısından önemli olduğu kadar, üretim faaliyetlerinin gerektirdiği yol, su, elektrik, haberleşme gibi alt yapı gereksinmelerinin madencilik yapılan bölgeye getirilmesi ile söz konusu bölgede belirli düzeyde bir altyapı tesis edilebilmesi ve istihdam oluşturması açısından da büyük önem arz etmektedir. Altyapının kalkınmanın temel unsurlarından birini oluşturması, kömür madenciliğinin istihdam ağırlıklı bir sektör olması bakımından bölgeler arası göçü sınırlayıcı nitelikte olması ve bunun yanında kömüre dayalı diğer bölgesel sanayileri de geliştirmek suretiyle dolaylı istihdam oluşturma özelliğinin bulunması hem yöre açısından, hem de ülkemiz açısından son derece önemlidir.

Bu çalışmada Türkiye yerli kömür kaynaklarından biri olan asfaltitin tarihsel gelişimi istatistiksel verilerle anlatılacak, yöre açısından ekonomik ve sosyolojik önemine değinilecektir.

Anahtar Kelimeler: Asfaltit, TKİ, Kömür, Şırnak Asfaltitleri, Silopi Asfaltitleri.

1 Maden Mühendisi, TKİ Kurumu Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü
E-mail: bayrako@tki.gov.tr, Tel: +903125401600, Fax: +903125401612

2 Maden Y. Mühendisi, Doktora Adayı, TKİ Kurumu Genel Müdür Danışmanı ve Strateji Geliştirme Müdürü, E-mail: aktanm@tki.gov.tr, Tel: +903125401006, Fax: +903125401612

1. GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlikleri ile enerji üretim ve tüketimleri arasında doğrusal bir ilişki vardır. Fakat enerji tüketimin yerli ya da ithal kaynaklı olması, ekonomi üzerinde doğrudan belirleyici bir rol de üstlenmektedir.

Türkiye enerji üretim ve tüketimi açısından değerlendirildiğinde, son 15 yılda yıllık ortalama %3-5 ekonomik büyümenin de üzerinde %4-5 civarında bir enerjide büyüme yaşadığı görülmektedir. Diğer ülkelerle kıyaslandığında enerjideki böylesine yüksek olan büyümenin, Çin ve Hindistan hariç çok az emsalinin olduğu görülmektedir. Enerjideki yüksek büyümeye rağmen ülkemiz petrol ve doğal gaz yönünden maalesef dışa bağımlıdır. En önemli fosil kaynağımız olan yerli kömür ise bu anlamda ülkemize ciddi fırsatlar sunmaktadır. Son yıllarda, pek çok yeni enerji kaynağı ortaya çıkmış olmasına ve son zamanlarda özellikle çevreye olan etkileri nedeniyle yoğun şekilde tartışılmasına rağmen, insanoğlunun, kömür kullanımından kolay vazgeçemeyecek olması gerçeği açık bir şekilde karşımızda durmaktadır.

Kömür hala gelişmiş pek çok ülkede elektrik üretiminde en yaygın kullanılan kaynaktır. Gelecekte de bu konumunu sürdürmesi beklenmektedir. Artan enerji ihtiyacının karşılanmasında, yerli kömürümüzün, gerek elektrik üretimi amaçlı gerekse ısınma ve sanayide kullanımının artırılması, enerji güvenliğinin yanında ekonomiye katkı sağlaması bakımından da büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizdeki kömürler genelde düşük ısı değere sahip linyit özellikli kömürler olduğundan, elektrik üretimi amaçlı değerlendirilmeleri daha uygundur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığımızın 2023 ve sonraki yıllara hitap eden uzun vadeli planlamaları arasında, enerjide dışa bağımlı olmamızdan kaynaklı cari açığımızın azaltılmasına yönelik çeşitli planlamalar mevcuttur. Bu planlamaların en önemli ayaklarından birisini de petrol ve doğal gaz yönünden yoksun ülkemizin yerli kömür kaynaklarını temiz kömür teknolojilerini kullanarak elektrik üretimi amaçlı değerlendirmek oluşturmaktadır.

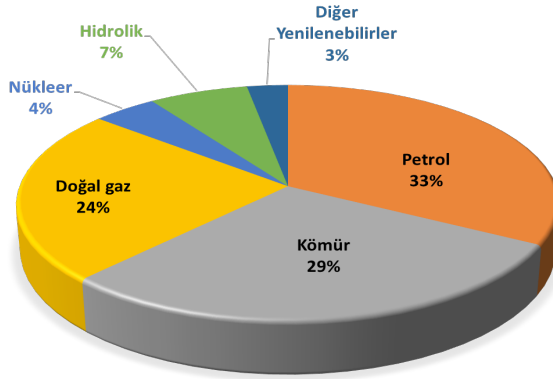
Bu anlamda Güneydoğu Anadolu Bölgemiz'in Şırnak havzasında bulunan asfaltitlerimiz, yörenin elektrik üretim ihtiyacının karşılanması açısından önemli olduğu kadar, üretim faaliyetlerinin gerektirdiği yol, su, elektrik, haberleşme gibi alt yapı gereksinmelerinin madencilik yapılan bölgeye getirilmesi ile söz konusu bölgede belirli düzeyde bir altyapı tesis edilebilmesi ve istihdam oluşturması açısından da büyük önem arz etmektedir. Altyapının kalkınmanın temel unsurlarından birini oluşturması, kömür madenciliğinin istihdam ağırlıklı bir sektör olması bakımından bölgeler arası göçü sınırlayıcı nitelikte olması ve bunun yanında kömüre dayalı diğer bölgesel sanayileri de geliştirmek suretiyle dolaylı istihdam oluşturma özelliğinin bulunması hem yöre açısından, hem de ülkemiz açısından son derece önemlidir.

Asfaltit petrol kökenli olduğu için kalorisi yüksek (Ort.AID 5000-5500 kcal/kg) olmasına rağmen, kül ve kükürtü de yüksek olduğundan evsel kullanımlarda dezavantaj oluşturmaktadır. Fakat asfaltitin elektrik üretimi amaçlı kullanılması bir birimlik enerji elde edilmesi için düşük miktarlarda tüketim yapılmasından dolayı, son derece avantajlı bir durum oluşturmaktadır. Silopi’de bulunan termik santral 405 MW kurulu güce sahip ve yıllık elektrik üretim kapasitesi 2,6 milyar kwh’tir. Yıllık kömür üretimi ortalama 1-1,2 milyon ton olup, yaklaşık 1500 kişiye istihdam sağlanmaktadır. Termik santral ve açık işletme sahasında böylesine yüksek bir istihdamın yapıyor olması, hem civar köylere, hem de bölge ekonomisine çok olumlu katkılar sunmaktadır. Bu makale ile asfaltitin tarihsel gelişiminin açıklanmasının yanında, sahip olduğu önemli potansiyellerden de bahsedilecektir.

2. ENERJİDE KÖMÜRÜN YERİ

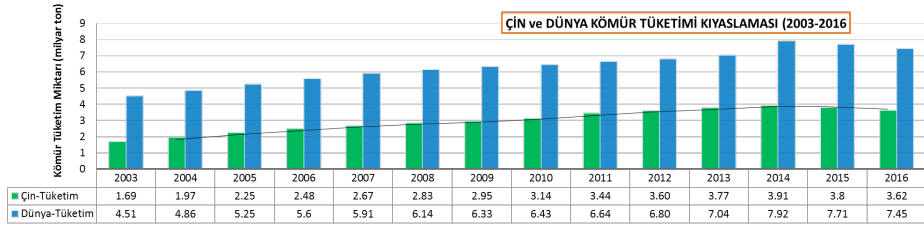
2.1. Dünyada Enerji ve Kömür

Dünya birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre sıralamasında kömür %29 ile petrolün ardından ikinci sırada gelmektedir (Şekil-1). 2040’larda kömürün çizgisini koruması ve Çin’deki üretim düşüşünü Hindistan ve diğer Asya ülkelerinin karşılaması beklenmektedir.



Şekil 1. Dünya birincil enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı (BP, 2016)

Dünya toplam kömür kaynağı 892 milyar ton olup, bunun 270 milyar tonu linyit kökenlidir. Kömür kaynağının en çok bulunduğu ülke 245 milyar ton ile Kuzey Amerika kıtasıdır.



Şekil 2. Çin ve dünya geneli kömür tüketimi kıyaslaması (IEA, Coal Information, 2017)

Kömür tüketimi açısından değerlendirme yapıldığında Çin'in dünya kömür tüketiminin yarısını tek başına yaptığı görülmektedir. 2003 yılında dünyada 4,51 milyar ton kömür tüketilirken, bunun 1,69 milyar ton'u sadece Çin'e aitti. 2014 yılına gelindiğinde ise dünyada 7,92 milyar ton olarak tüketilen kömürün 3,91 milyar ton'u sadece Çin'e aitti. İlerleyen yıllarda da Çin'in 3,5-3,7 milyar ton'luk kömür tüketim bandını koruması beklenmektedir.

Kömür özellikle çevresel kısıtlamalardan dolayı enerji tüketiminde elektrik üretimi amaçlı kullanılmaktadır. Çeşitli ülkelerin elektrik üretimindeki payı incelendiğinde özellikle G. Afrika'nın çok yüksek oranlarda kömürü kullandığı görülmektedir. G. Afrika elektrik üretimini %92,6 oranında kömürden sağlamaktadır. Polonya'da bu oran %83,7; Çin'de %74,7; Avustralya'da %64,6; yenilenebilir enerji potansiyelinin tamamını kullanan Almanya'da %44,6'dır. Ülkemizde ise bu oran ithal kömürle birlikte %25,8 civarındadır.

Dünya genelinde enerjiye erişimin halen sağlanamadığı birçok ülke bulunmasına rağmen, az da olsa bazı ilerlemeler kaydedilmiştir. Örneğin 2000 – 2012 yılları arasındaki 60 milyona karşı 2012'den bu yana 100 milyondan fazla insan enerjiye erişim elde etmiştir. Hindistan ve Endonezya'da kaydedilen ilerleme özellikle etkileyicidir. Son zamanlarda gözlemlenen yavaşlamaya rağmen, küresel enerji ile bağlantılı CO₂ emisyonlarının 2040'da Yeni Politikalar Senaryosu'na göre hafifçe yükselmesi beklenmektedir. Elektrik talebinde beklenen 60%, küresel GSYİH'de beklenen 125% büyümesine ile bile enerji sektörünün dünya çapındaki emisyonları, günümüzden 2040 yılına kadar yalnızca 5%lik bir artış ile sınırlı kalacaktır. Bununla birlikte, taşımacılıktaki petrol kullanımından kaynaklanan CO₂ emisyonlarının 2040 yılına kadar kömür santrallerden gelen CO₂ emisyonuna neredeyse yetişmesi beklenmekte ve sanayiden kaynaklı emisyonlarda 20% artış öngörülmektedir. (IEA, 2018)

Sürdürülebilir Kalkınma Senaryosu'nda, düşük karbon kaynakları, enerji karışımındaki paylarını 2040 yılında 40%'a çıkarmakta; verimliliği artırmak için her türlü yol takip edilmekte, kömür talebi anında düşüşe geçmekte ve petrol tüketimi en kısa sürede doruk noktasına çıkmaktadır. Enerji üretimi 2040 yılına kadar yenilenebilir kaynaklardan (60%'ın üzerinde), nükleerden (% 15)

ve karbon tutma ve depolamadan (% 6) oranında sanayi sektörü emisyonlarının azaltılması için son derece önemli bir teknolojidir - yararlanarak neredeyse tamamen karbondan arınmış durumdadır (IEA, 2018).

OECD ülkelerinde kömür taleplerinde artış beklenmemekte olup, Asya-Pasifik ülkelerinde (özellikle Çin ve Hindistan) büyüme oranlarıyla bağlantılı taleplerin kömür piyasasını belirlediği görülmektedir. Burada yine belirleyici olacak etkenlerinden biri de ABD'nin Asya-Pasifik ülkelerinden yapacağı ithalattaki değişimdir.

Çin, 2020 yılına kadar kömür sektörünü modernize ederek birleşmeler yoluyla “süper büyük” kömür şirketleri oluşturmayı amaçlamaktadır (Enerji Günlüğü, 2018).

Çin Ulusal Kalkınma ve Reform Kurulu (NDRC), kömür sektöründe üretimi kolaylaştırmak ve atıl kapasiteleri düşürmek amacıyla 2020 yılı sonuna kadar mega maden şirketleri oluşturmayı planladıklarını açıklamıştır. Açıklamada, bu şirketlerin her birinin 100 milyon ton/yıl kömür üretim kapasitesi olduğu vurgulanmış, NDRC küresel piyasada rekabeti sağlamak ve sektörü modernize etmek istediklerini belirtmişlerdir (Enerji Günlüğü, 2018).

(Bordoff, Houser, & Marsters, Nisan 2017)'in “Can Coal Make a Comeback? (Kömür Tekrar Geri Dönüş Yapabilir mi?)” adlı makalesinde ABD için kömür tüketimini/üretimini azaltan 4 ana unsurun öne çıktığı ortaya koyulmaktadır:

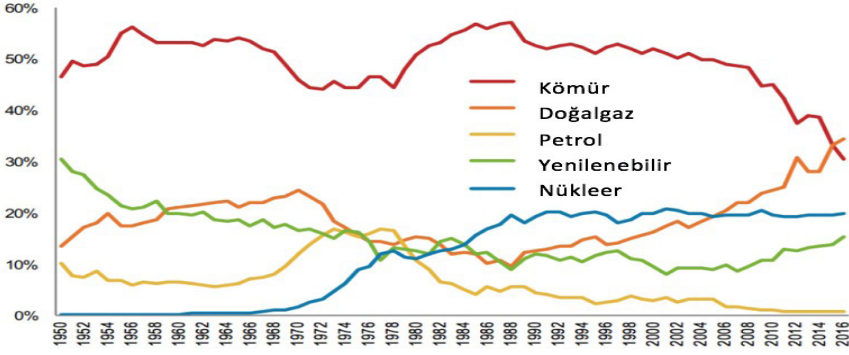
1. Doğalgaz üretiminin artmasıyla düşen doğalgaz fiyatları,
2. Yenilenebilir enerji maliyetlerinin düşmesiyle rekabetin artması,
3. Küresel kömür fiyatlarının düşmesi,
4. Obama dönemi çevresel regülasyonlar.

2008 finansal krizinden sonra artan talep ve küresel kömür fiyatlarının yükselmesiyle ABD kömür endüstrisi güçlenmekte iken, 2015 yılının sonunda durum tersine dönmeye başlamıştır. ABD'nin en büyük 4 kömür madencisinden 3'ü ve çok sayıda küçük firma iflasını açıklamıştır. Kömür sektöründe işgücü 1920'lerde 800.000'in üzerinde iken bu rakam 2011'de yaklaşık 130.000'e gerileyerek ilerleyen zamanlarda çok daha hızlı bir düşüş izlemiştir. ABD Başkanı Donald Trump seçim kampanyası boyunca “kömürle savaş”ı bitireceği vaadinde bulunmuştur. Seçildikten hemen sonra Mart 2017'de Obama dönemi çevresel regülasyonlarını kaldırmayı öngören ve kömür işçilerinin “işe geri döneceğini” açıklayan bir Başkanlık Emri'ni bu kapsamda imzalamıştır (Bordoff, Houser, & Marsters, Nisan 2017).

2008 finansal krizinin etkisiyle azalan Amerika elektrik talebi, binalarda, aydınlatma ve dayanıklı tüketim mallarında enerji verimliliğinin artmasıyla, beklenen artışı göstermeye başlamış fakat kaya gazı devrimi ile düşen doğalgaz

fiyatları kömürün ABD elektrik piyasasında rekabet edebilme gücünü nerdeyse tamamen bitirmiştir.

**Yakıt bazında ABD Elektrik Üretimi
Toplamın %'si**



Kaynak: EIA

Şekil 3. Yakıt bazında ABD elektrik üretimi (EIA, 2018)

Güneş ve rüzgâr enerjisi maliyetlerinin 2008 yılından 2016 yılına kadar sırasıyla %85 ve %35 düşmesiyle yenilenebilir enerji, kömür ile rekabet etmeye başlamıştır.

ABD'nin kömür tüketiminin; ucuz doğalgazın rekabeti artırmasından dolayı %49, talebin beklenenden az olmasından dolayı %26, yenilenebilir enerji santrallerinin artmasından dolayı %18 azaldığı hesaplanmıştır (Bordoff, Houser, & Marsters, Nisan 2017).

Çevresel düzenlemeler ABD'nin kömürden doğalgaza ve yenilenebilir enerjiye geçişinde önemli rol oynamıştır.

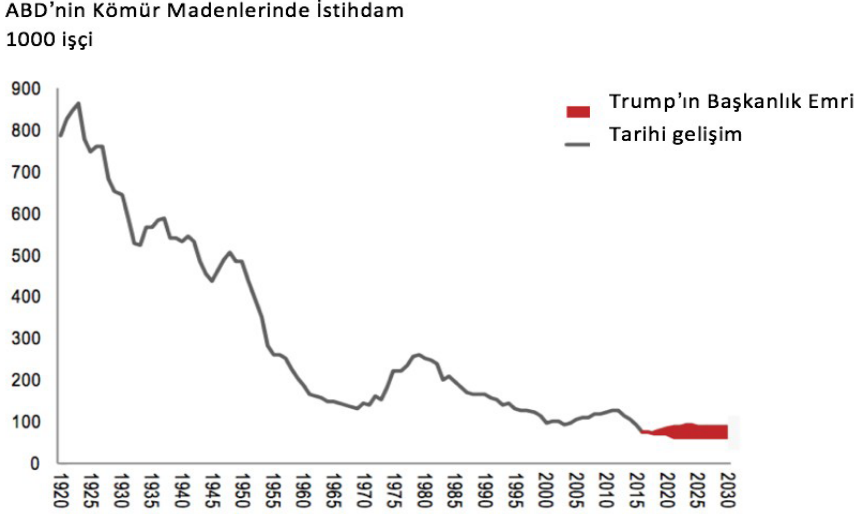
Küresel kömür piyasalarının ABD kömür endüstrisine etkisi düşünüldüğünde çok daha fazla olmuştur. Çin'de kömür talebinin azalması ile kömür fiyatları ve ABD'nin kömür ihracatı düşmeye başlamıştır. ABD'li kömür şirketlerinin 2011 ile 2015 yılları arasındaki gelir kayıplarının %50'si küresel talebin ve fiyatların düşmesinden kaynaklanmıştır (Bordoff, Houser, & Marsters, Nisan 2017).

Trump'ın kömürle ilgili Başkanlık Emrinin etkili olması ancak doğalgaz fiyatlarının artması ile gerçekleşebilir. Eğer doğalgaz fiyatları artmazsa ve yenilenebilir maliyetleri düşmeye devam ederse ABD'nin kömür tüketimi azalmaya devam edecektir.

Çin'de ekonomik büyümenin yavaşlaması ve yapısal reformların devam etmesi kömür fiyatlarına aşağı yönlü baskı uygulamaya devam edecektir.

Sonuç olarak ABD'deki kömür üreticileri için en iyi senaryoya bakılacak olursa; ancak çok küçük bir iyileşme ile 2013 seviyelerine, yıllık 1 milyar tonun

biraz altında üretime, ulaşılabilir. En kötü senaryoda ise üretim yıllık 600 milyon tonun altına düşer. Kömür istihdamı ise 2020 yılında 70.000-90.000 arasında seyreder (Bordoff, Houser, & Marsters, Nisan 2017).



Şekil 4. ABD kömür madenlerinde istihdam gelişimi

Dünya enerji tedariki ile ilgili yapılmış tüm senaryoların ortak özelliği, 21. yüzyıl boyunca enerjiye olan talebin artacağı öngörüsüdür. Normal şartlar altında 2050 yılına kadar enerji ihtiyacının bugünkü seviyesinin en az iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Enerji talebindeki artışın nedeni gayet açıktır. Sanayileşmiş ülkelerde enerji temin güvencesi üretimin ve hizmetlerin devamlılığı için bir ön şarttır. Özet olarak artan dünya enerji talebi, dünya nüfusunun büyük bir kısmının ekonomik ve sosyal refah seviyelerinin gelişmesine olan arzularını yansıtmaktadır. Dünya birincil enerji arzının yaklaşık % 25'ni ve elektrik üretiminin yaklaşık % 40'nı oluşturan kömür artan enerji ihtiyacı karşısında bugünkü enerji endüstrisinin karar mekanizmasında önemli bir ayak olarak yerini korumaktadır. 2050'li yıllarda güneş enerjisi kullanımının çok ileri düzeyde artacağını ön gören oldukça iddialı projeksiyonlarda bile kömür, bugünkü oranlardan düşük olsa da, enerji çeşitliliği içerisinde yer almaktadır.

Kömür enerji kaynağı olarak çok çeşitli avantajlara sahiptir. Dünya fosil kaynaklı enerji kaynaklarının tükenme ömürlerine bakıldığında petrol 50-60 yıl, doğal gaz 50-60 yıl, kömür 100-120 yıl olarak görülmektedir. Rezervlerinin çokluğu yanında, kömürün geniş bir coğrafyaya yayılmış 50'den fazla ülkede üretiliyor olması, kömür kaynaklarının, petrol ve doğal gaza nazaran, politik ve yönetim açısından daha istikrarlı bölgelerde yer alması ve üretiliyor olması kömüre hammadde olarak ayrı bir önem katmaktadır. Ayrıca dünyanın önemli bir

kesiminde kömür madenciliğinde gelişmiş teknolojilerin uygulanması sonucunda düşük üretim maliyetlerinin oluşması, artan bir şekilde serbestleşen elektrik piyasasında kömürün ucuz bir yakıt olarak önemini korumasını sağlamaktadır.

Kömürün iki önemli kullanım alanı demir-çelik endüstrisi ve termik santrallerdir. Kalkınmanın temeli olarak devam edecek ve bu açıdan bakıldığında kömürün olumlu bir geleceğe sahip olduğu görülecektir. Fakat bu olumlu gelecek, günümüzdeki teknolojik araştırmalara ve bu araştırmalar sonucunda geliştirilen yeniliklerin dünya çapında uygulamaya konulmasına bağlıdır.

Kömürün üretiminden tüketimine kadar olan aşamalarda (kömür zinciri) çevresel hususların dikkate alınması yönünde artan bir politik talep vardır. Kömür; SO_x, NO_x, CH₄, CO₂ ve partikül emisyonları açısından artan bir çevresel baskı altındadır. Bu konuların çoğu için bilinen çözüm yöntemleri mevcut iken bunların karışımının oluşturduğu “sera gazı etkisi” üzerinde yoğun bir kamuoyu duyarlılığı oluşmaktadır.

1992 yılında yapılan Rio Yerküre Toplantısıyla başlayan süreç; 1997 yılında, yine BMİDÇK’u tarafından düzenlenen konferansta, Kyoto Protokol’ünün kabul edilmesiyle uygulama aşamasına gelmiştir. Bu protokolünün Ek-B listesinde yer alan tarafların (yürürlüğe girme şartı olarak, 55 ülkenin onaylaması ve onaylayan ülkelerin salınımlarının Ek-1 deki ülkelerin salınımlarının en az %55 olması) onaylaması ile yürürlüğe girecek ve 2008-2012 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemde sera gazı emisyonlarının 1990 seviyelerinin %5,2 altına indirmeleri yasal olarak bağlayıcılığı olan yükümlülük haline geleceği belirtilmiştir.

55 ülke şartı 2002’de İzlanda’nın antlaşmayı kabul etmesiyle, % 55 şartı da Rusya’nın antlaşmayı 2004’te imzalamasıyla oluşmuş ve antlaşma, 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Türkiye 2001 yılında Marakeş’teki BMİDÇS 7 Taraflar Konferansında 26 no.lu kararın ardından sözleşmeye katılmıştır. Türkiye Ek-1 Ülkelerinden farklı olarak 2008-2012 döneminde yükümlülüğü bulunmamaktadır.

Türkiye 24 Mayıs 2004 tarihinde BMİDÇS’ ne katılmıştır. Katılmakla birlikte daha önce müzakerelerde söz hakkı bulunmayan Türkiye, Antlaşmanın 5 Şubat 2009 tarihinde TBMM’sinde kabul edilip onaylanması ve resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmesi sonucu, bundan sonra yapılacak toplantılarda görüş ve önerileri müzakere edebilecektir.

2009 Aralık ayında Danimarka’ da 2012 sonrasının belirlenmesine yönelik toplantılar sonucunda ülkeleri bağlayıcı bir karar alınmamakla birlikte küresel ısınmanın 2 °C’de tutulması ve bunun için 2020 yılına kadar 100 milyar \$ yardım yapılması öngörülmüştür. İleride yapılacak toplantılarda sera gazlarının emisyonu konusunda kısıtlamaların yaygınlaşacağı bir gerçektir

2014 yılında Peru'nun Lima kentinde yapılan (COP20) İklim Değişikliği Zirvesinde, Türkiye'nin teknoloji, kapasite geliştirme ve finans desteğini alabilmesi için COP kararı tek- rarlanmıştır. Mevcut karara göre Türkiye en az 2020 yılına kadar iklim değişikliği ile mücadele yolunda teknoloji, kapasite geliştirme ve finans desteği alabilecektir.

Peru'da tüm tarafların iklim değişikliği ile mücadele için "Ulusal olarak Belirlenmiş Katkıları" (INDC) 2015 yılı Paris Konferansından önce sunmaları yönünde karar alınmıştır. Bu kapsamda Türkiye 2020-2030 yıllarını kapsayan "Ulusal Katkı"sını Birleşmiş Milletler Sekretaryasına sunmuştur. Türkiye 2020-2030 yılları arasında artıştan azalış yöntemi ile (BAU) seragazı emisyonlarını yüzde 21'e kadar azaltacağını bildirmiştir.

Paris Anlaşması 22 Nisan 2016-21 Nisan 2017 tarihleri arasında New York'taki Birleşmiş Milletler Genel Merkezinde imzaya açılmıştır. 22 Nisan 2017 tarihinde Türkiye Paris Anlaşmasını imzalamıştır. Günümüz itibariyle BMİDÇS taraf olan hemen hemen tüm taraflar Paris anlaşmasına imza atmışlardır. Paris Anlaşmasının yürürlüğe girebilmesi için, küresel sera gazı emisyonlarının en az %55'ini kapsayan en az 55 Taraf ülke tarafından meclislerince onaylanması gerekmektedir.

5 Ekim 2016'da Paris Sözleşmesinin yürürlüğe girme eşliğine ulaşılmıştır. Paris Anlaşması 5 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Günümüzde 197 taraf ülkeden 127'si Paris anlaşmasını onaylamış bulunmaktadır.

Kömür, ülkemiz ve dünya için birincil enerji kaynağı olma özelliğini sürdürecektir. Tablo-1'de görüldüğü üzere Türkiye'nin kişi başı CO₂ emisyonları düşük olmakla birlikte 1990 sera gazı salınımı ile günümüz arasında büyük fark vardır. Tablo-2'de değişik OECD ülkelerdeki CO₂ emisyonları verilmektedir.

Tablo 1. CO₂ Emisyonlarının Dünyadaki Dağılımı (2013) (IEA, 2015)

	CO ₂ Emisyonları (Milyon ton CO ₂)	Kişi Başına CO ₂ (Ton CO ₂ /Kişi)	CO ₂ /Toplam Birincil Enerji Arzı (Ton CO ₂ /TEP)	CO ₂ /GSMH (kg CO ₂ /2005\$)
Türkiye	283,80	3,75	2,44	0,43
Çin	8.977,10	6,60	2,98	1,85
Dünya	32.189,70	4,52	2,38	0,57
Fransa	315,60	4,79	1,25	0,13
İngiltere	448,70	7,00	2,35	0,17
Almanya	759,60	9,25	2,39	0,24
Rusya	1.543,10	10,79	2,11	1,55
OECD	12.037,70	9,55	2,27	0,30
ABD	5.119,70	16,18	2,34	0,35

Tablo 2. OECD Ülkelerinde Petrol, Doğal Gaz ve Kömüre Bağlı CO₂ Emisyonları (IEA, 2015)

Ülkeler	TPES (Mtce)	CO ₂ Emisyonu (Milyon Ton)					Kömürün Payı (%)	Enerji Kaynaklı CO ₂ /insan (tCO ₂ /kişi)
		Kömür	Petrol	Gaz	Diğer	Toplam		
Çek. Cum.	60,00	62,10	19,10	14,00	0,00	95,20	65,23	9,62
Kanada	361,71	73,90	266,00	213,90	1,18	554,98	13,32	15,26
Fransa	361,85	33,10	174,20	73,50	5,84	286,64	11,55	4,79
Almanya	453,85	317,40	239,30	147,40	7,32	711,42	44,61	9,25
Japonya	649,57	464,20	453,60	260,20	11,44	1.189,44	39,03	9,70
Meksika	273,28	48,00	245,40	137,40	2,56	433,36	11,08	3,82
Türkiye	166,42	132,00	81,30	93,60	3,20	310,1	42,57	3,75
İngiltere	272,85	113,40	153,20	138,20	7,32	412,12	27,52	7,00
ABD	3.126,29	1.698,70	2.035,80	1.420,10	46,17	5.200,77	32,66	16,18
OECD Toplam	7.570,86	3.950,20	4.713,30	3.084,40	224,52	11.972,42	32,99	9,55

Ülkemiz kalkınmakta olan bir devlet olduğu için enerjiye ihtiyacı diğer ülkelere göre daha fazla olacaktır. Bu nedenle emisyonların azaltılmasını ve yanma verimini artıran yöntemlerin uygulanması, araştırılması ve geliştirilmesi ülkemiz için de önem arz etmektedir.

Dünyada emisyonları azaltmak için zenginleştirilmiş kömür kullanımının yanında emisyonların baca ortamında ayrılması ve değişik yakma teknolojileri kullanarak yakma verimini artırıcı yöntemler uygulanmakta ve geliştirilmeye çalışılmaktadır. Böylece hem emisyonlar azalmakta hem de birim miktar kömürden elde edilen enerji artırılmaktadır. Baca emisyonlarını önlemeye yönelik olarak yanma sonrası;

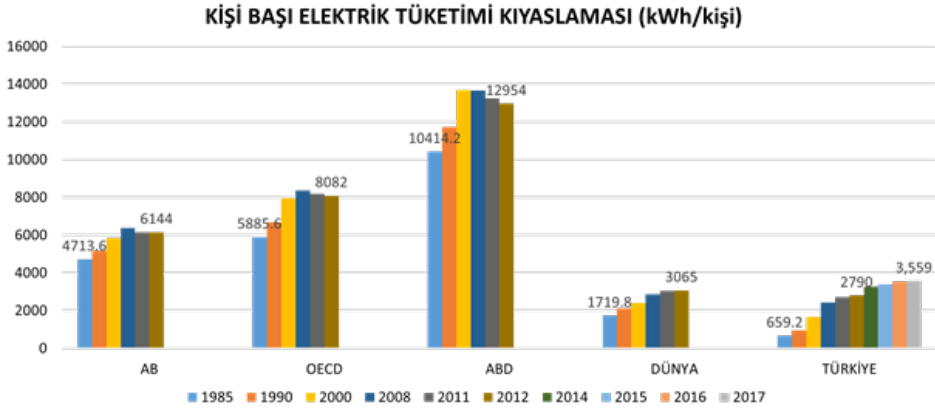
- Aktif karbon enjeksiyonu,
- Elektro statik tutucular kullanılması,
- Bez Filtrelerin kullanılması,
- Baca gazı sülfür giderme işleminin uygulanması,
- Seçimli katalitik ve katalitik olmayan indirgenmenin kullanılması,
- Yaş tanecik gaz temizleyicilerin kullanılması yoluyla çok düşük emisyonlu sonuçlar elde edilmektedir.

Pulverize kömür yakma, Akışkan yatakta yakma, çevrimli akışkan yatakta yakma ve basınçlı akışkan yatakta yakma yöntemlerini kullanarak %40'ın üzerinde net verim ve emisyonlarda (NO_x, SO_x, CO₂ ve partikül) düşüşler sağlanmaktadır.

Bu nedenle önemli aşamalar kat edilen kömür yakma teknolojilerinin ve Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim Teknolojilerinin (IGCC) ülkemizde yeni tesislerde uygulanması, teknolojinin elde edilmesi ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar teşvik edilmelidir. Bu sayede BMİDÇS kapsamında ülkemizin karşılaşılabileceği sorunlar en aza indirgenmiş olacaktır.

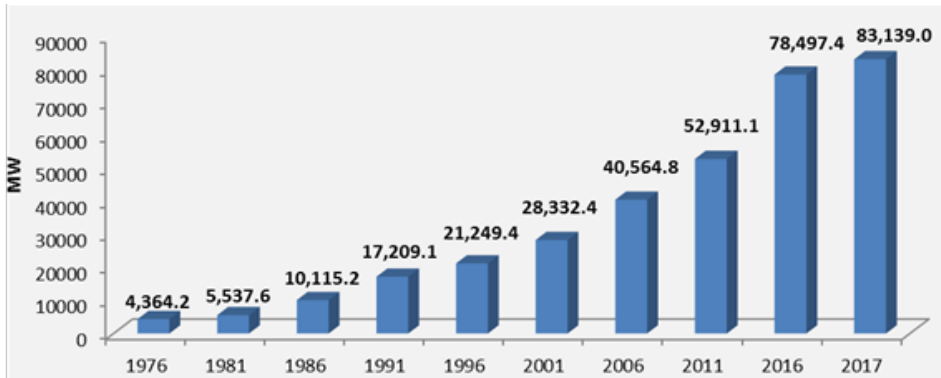
2.2. Türkiye’de Enerji ve Kömür

Ülkelerin gelişmişlik göstergelerinden biri de şüphesiz kişi başı tüketilen elektrik miktarıdır. Şekil-5’te detayları verilen grafiğe göre 1985’te Türkiye’de kişi başı 659 kWh elektrik tüketilirken, bugün 2017 itibarıyla dünya ortalaması geçilmiş ve 3559 kWh/kişi elektrik tüketilir hale gelinmiştir. Sanayileşmeyle artmasıyla kişi başı tüketimlerin de artacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 5. Kişi başı elektrik tüketimi kıyaslaması

Kişi başı elektrik tüketimi ile beraber Türkiye elektrik amaçlı kurulu güç gelişiminde de çok yüksek bir gelişme göstermiştir. 1976’da 4.364 MW olan kurulu güç, son 40 yılda yaklaşık 20 kat artarak, 2017 yılı sonu itibarıyla 83.139 MW’a ulaşmıştır.



Şekil 6. Türkiye elektrik kurulu gücünün yıllar itibarıyla gelişimi

Gelişen ve endüstrisi hızla büyüyen Türkiye'nin birincil enerji tüketim verilerinde ithal kaynakların payı %70'in üzerinde seyretmekte olup, petrol ve doğalgaz yönünden yetersiz kaynaklara sahip olmamıza rağmen, ithal kaynaklara olan bağımlılığı azaltmak için çeşitli projeler sürdürülmektedir.

Ülkemizdeki kömürler genelde düşük ısıl değere sahip linyit özellikli kömürler olduğundan, elektrik üretimi amaçlı değerlendirilmeleri daha uygundur. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığımızın 2023 ve sonraki yıllara hitap eden uzun vadeli planlamaları arasında, enerjide dışa bağımlı olmamızdan kaynaklı cari açığımızın azaltılmasına yönelik çeşitli planlamalar mevcuttur. Bu planlamaların en önemli ayaklarından birisini de petrol ve doğal gaz yönünden yoksun ülkemizin yerli linyit kaynaklarını temiz kömür teknolojilerini kullanarak elektrik üretimi amaçlı değerlendirmek oluşturmaktadır.

Ülkemiz kömür rezervlerinin ekonomimize kazandırılabilmesi için üst politika belgelerinde önemli amaç ve hedefler bulunmaktadır. Onuncu Kalkınma Planı, 2014-2016 Orta Vadeli Program, Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi, Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu 26. Toplantısı Kararları ve Bakanlığımız 2015-2019 Stratejik Planı'nda bu konuya ilişkin açık ve kesin hedefler belirlenmiştir.

Orta vadeli programda yerli kömür kaynaklarının kullanımına ağırlık verileceği ifade edilirken, Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'nde Bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarımızın 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretimi amacıyla değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

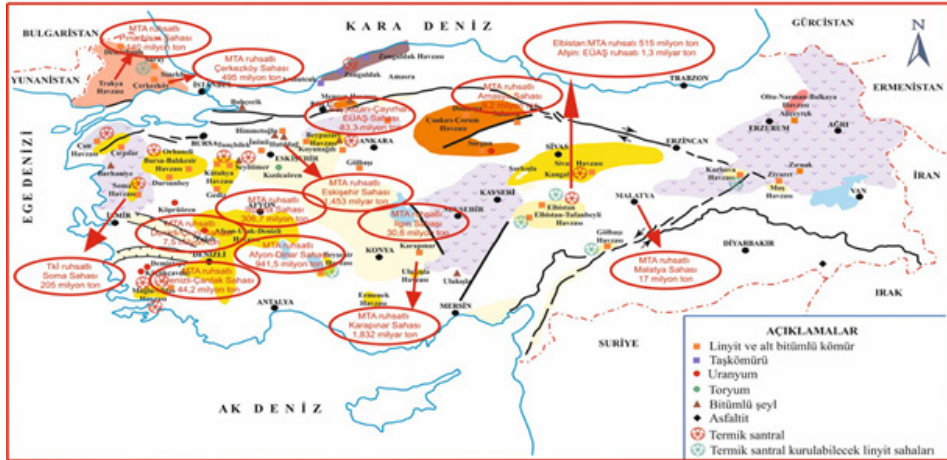
Ülkemiz kömür kaynağı 18,98 milyar ton olup, bunun 17,48 milyar tonu linyit ve asfaltit olup; kalan 1,5 milyar tonu ise taş kömürü niteliğindedir. 2005 yılından beri sürdürülen yerli kömür arama çalışmaları kapsamında kömür kaynağımız 8,3 milyar ton'dan 18,98 milyar ton'a yükselmiş olup, ülkemizin henüz yarısı taranmış bulunmaktadır. Ülkemiz kömür kaynak durumunu gösteren grafik ve kaynakların kuruluşlara göre dağılımı Şekil-7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Türkiye kömür kaynak durumu (MTA ve ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018); (Düzenleme: M.AKTAN)

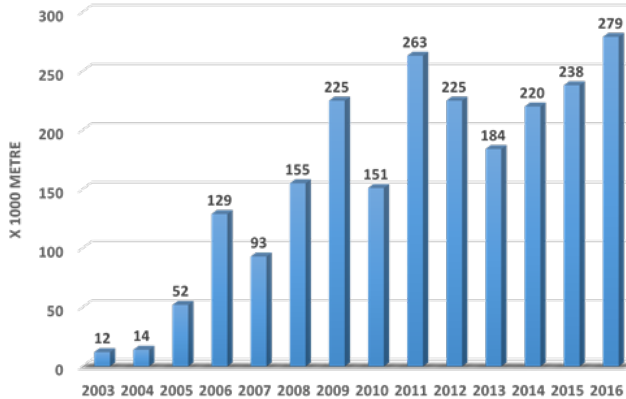
1992 yılından beri neredeyse durma noktasına gelmiş kömür aramalarına 1991-2005 arası sadece 71.238 m. sondaj yapılmıştır. 2005-2016 arası ise 1.839.718 metre sondaj yapılmıştır. Ülkemiz linyit kaynağı %92 oranında arttırılmıştır.

Son yıllarda bulunan yeni kömür sahaları ve ortalama kaynak miktarları Şekil-8'deki Türkiye haritası üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 8. Türkiye kömür havzalarının konumu ve yeni bulunan kömür sahaları

Kömür arama çalışmaları kapsamında MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2016 yılı içinde 202.778 m kömür arama sondajı yapılmıştır. TKİ tarafından ise 2016 yılı içerisinde tamamı ihale yoluyla (kurum dışı) olmak üzere 75.821 metre arama sondajı yapılmıştır. Ayrıca son 14 yılda MTA ve TKİ tarafından yapılan kömür arama sondaj metrajları ve kaynak artışları Şekil-9'da verilmiştir.



Kaynak: MTA Faaliyet Raporu, 2016;

Düzenleme: Metin AKTAN

Şekil 9. Türkiye kömür sondaj metrajları miktarı (MTA ve ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018)

Tablo 3. Yeni linyit sahaları ile ilgili bilgiler

SAHA ADI	KAYNAK MİKTARI	
Karapınar/Ayrancı	1.832	milyar ton
Eskişehir-Alpu	1.453	milyar ton
Afyon-Dinar	941,5	milyon ton
Elbistan (MTA Sahası)	515	milyon ton
Tekirdağ-Çerkezköy	495	milyon ton
Kırklareli-Pınarhisar-Vize	140	milyon ton
Konya-İlgin	30,6	milyon ton
Malatya-Yazıhan	17	milyon ton
Amasya-Merzifon	9,2	milyon ton
Isparta-Şarkikaraağaç	306,7	milyon ton
Denizli –Çardak	44,2	milyon ton
Denizli-Çivril	7,5	milyon ton
Afşin-Elbistan (EÜAŞ)	1,3	milyar ton
Manisa-Soma (TKİ Sahası)	205	milyon ton
Beypazarı-Çayırhan (EÜAŞ)	83,3	milyon ton
TOPLAM	6.081	milyar ton

Yapılan sondaj çalışmaları neticesinde yeni bulunan ve hızla projelendirilmesine başlanılan yeni linyit sahaları Tablo-3'te listelenmektedir.

Tablo 4. Yerli kömüre dayalı mevcut termik santraller

SANTRAL ADI	KURUM/FİRMA	KURULU GÜÇ (MW)	BAZ KALORİ (KCAL/KG)	KAYNAK (MİLYON TON)	İŞLETME YÖNTEMİ	KAMU/ÖZEL	ÖZELLEŞTİRMESİ YAPILMIŞ İSE	
							SATIŞ TARİHİ	SATILAN
ÇANAKKALE ÇAN	EÜAŞ	320	2600	75	AÇIK OCAK (LİNYİT)	KAMU		
AFŞİN ELBİSTAN(A-B)	EÜAŞ	2795	1100	742	AÇIK OCAK (LİNYİT)	KAMU		
ANKARA ÇAYIRHAN	PARK ENERJİ	620	2000	156	YERALTI (LİNYİT)	İŞLETME HAKKI (30 YILLIĞINA)		
BOLU GÖYNÜK	AKSA	270	2.300	39	AÇIK OCAK (LİNYİT)	RÖDÖVANŞ(TL/ton)		
ŞIRNAK SİLOPİ HARBUL	PARK ENERJİ	405	4500-5500	30	AÇIK OCAK (ASFALTİT)	RÖDÖVANŞ(TL/ton)		
ADANA TUFANBEYLİ	ENERJİSA	450	1200	210	AÇIK OCAK (LİNYİT)	ÖZEL		
KÜTAHYA TUNÇBİLEK POLAT-1	POLAT YOLYAPISI	51	3000	15	AÇIK OCAK (LİNYİT)	ÖZEL		
KÜTAHYA SEYİTÖMER	ÇELİKLER	600	1400-2000	180	AÇIK OCAK (LİNYİT)	ÖZEL	17.06.2013	SAHA + SANTRAL
MUĞLA KEMERKÖY	İC İÇTAŞ	630	1700	100	AÇIK OCAK (LİNYİT)	ÖZEL	23.12.2014	SAHA + SANTRAL
MUĞLA YENİKÖY	İC İÇTAŞ	420	1750	241	1/2 A.OCAK+ 1/2 Y.ALTİ (LİNYİT)	ÖZEL	1.12.2014	SAHA + SANTRAL
MUĞLA YATAĞAN	BEREKET ENERJİ	630	1950	52	AÇIK OCAK (LİNYİT)	ÖZEL	23.03.2015	SANTRAL
MANİSA SOMA B	KONYA ŞEKER	990	1-4 (2350) 5-6 (1550)	720	1/3 A.OCAK+ 2/3 Y.ALTİ (LİNYİT)	ÖZEL	23.03.2015	SANTRAL
KÜTAHYA TUNÇBİLEK	ÇELİKLER	365	1 (3500) 2-3 (2400)	261	1/2 A.OCAK+ 1/2 Y.ALTİ (LİNYİT)	ÖZEL	23.03.2015	SANTRAL
BURSA ORHANELİ	ÇELİKLER	210	2350	105	AÇIK OCAK (LİNYİT)	ÖZEL	14.08.2013	SAHA + SANTRAL
SİVAS KANGAL	KONYA ŞEKER	457	1200	91	AÇIK OCAK (LİNYİT)	ÖZEL	22.12.2014	SANTRAL
ZONGULDAK ÇATALAĞZI	BEREKET-ELSAN	300	3300		FİLTRE TOZ KÖMÜR YERALTİ (TAŞ KÖMÜRÜ)	ÖZEL	22.12.2014	SANTRAL
TOPLAM		9.513,00		3.017				

Yerli kömüre dayalı olarak çalışan mevcut termik santrallerle ilgili detaylı bilgiler aşağıdaki tabloda listelenmektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığımızın 2015-2019 Stratejik Planı'nda da yerli kömüre ayrı bir önem atfedilmiştir. 2023 yılı için oluşturulan enerji arz güvenliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik başlıca hedefler arasında bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarımızın tamamının elektrik üretiminde kullanılması maddesi bulunmaktadır.

2023 yılı için oluşturulan arz güvenliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik başlıca hedefler özetle şöyledir:

- Bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarımızın tamamının elektrik üretiminde kullanılması,
- İki nükleer santralin ilgili ünitelerinin işletmeye alınması ve üçüncü nükleer santralin inşaatına başlanması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının yükseltilmesi,
- Teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelin tamamının elektrik üretiminde kullanılması,
- Rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW'a çıkarılması,
- Elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesinin 110.000 MW'ın üzerine çıkarılması,
- Toplam elektrik üretiminin 400 milyar kWh'ye yükseltilmesi hedeflenmektedir.

Bu hedeflerin dışında yine aynı Stratejik Plana göre 2019 yılı sonu için;

- Yerli kömürden üretilen elektrik enerjisi miktarının yıllık 60 milyar kWh'e (≈ 10.000 MW) çıkarılması,
- Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretim santrallerinin toplam kurulu gücünün 46.710 MW'a çıkarılması,
- Hidrolik santral kurulu güç toplamının 32.000 MW'a çıkarılması,
- Jeotermal enerjisinden elektrik üretimi açısından kurulu gücün 1.000 MW'a çıkarılması,
- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı kurulu gücün 3.000 MW'a çıkarılması hedeflenmektedir.

Bu hedeflere yönelik ETKB 2016 Yılı Faaliyet Raporu'ndaki "2016 yılı Performans Programı Hedef ve Göstergeler" başlığı altındaki yerli kömür hedefi gerçekleşme durumuna bakıldığında hedeflenen değer üzerine çıktığı görülmektedir. 43 milyar kWh olarak belirlenen hedef, 44,58 milyar kWh olarak gerçekleşerek, %104'lük oldukça başarılı bir oran yakalanmıştır.

Yerli kömüre dayalı olarak kurulabilecek toplam kapasite yaklaşık 28.125 MW civarındadır. Mevcut 9872,6 MW'lık kapasite ile birlikte toplam da yaklaşık 40.000 MW'lık bir yerli kapasiteye ulaşılabilecektir. TKİ tarafından yürütülen projeler sonucunda elde edilebilecek toplam ilave kapasite ise yaklaşık 2.715 MW olmaktadır. Fakat projelendirme ve inşa süreleri düşünüldüğünde, bu kapasiteye ancak 10 yıl sonra ulaşılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca kömür arama çalışmaları halen devam ettiği için, yeni kömür sahalarının bulunması olasıdır.

Yeni bulunan sahalar için mevcut santral kurulum modeli, özel sektör kurgusu üzerinedir. 2017'de ihalesi yapılan Çayırhan-2 linyit sahası, bu kurgunun ilki olma özelliğini taşımaktadır.

15 yıl alım garantisi olan bu modelde:

- 6500 saat çalışma garantisi ile sabit satış fiyatı üzerinden kur riskini minimize edecek ABD Dolar kuru bazında ve inşaat dahil 15 yıl projenin geri ödeme süreci ile üretilen elektriğin alım garantisi bazında gerçekleştirilmiştir.
- Söz konusu santralin çevre mevzuatı kriterleri içerisinde AB mevzuatının da altında emisyon değerleri ile yapılması şartı getirilmiş ve karbon vergisi, diğer vergi ve harçlar üzerinde olabilecek değişikliklerden yatırımcı korunmuştur.
- 6500 saat çalışmanın üzerindeki fazla üretimin serbest piyasaya satılması öngörülerek serbest piyasaya etkinin de minimize edilmesi hedeflenmiştir.
- Sonuçta; daha yüksek verimlilik, daha optimum kapasite ve yüksek emre amadelik, sabit elektrik fiyatı ile finansörlerin kabul edebileceği yeni bir kömür yatırım modelinin oluşturulması amaçlanmıştır.

Eskişehir Alpu'daki yaklaşık 1,5 milyar ton ve Trakya Vize'deki 158 milyon ton Jorc standartlarında kaynağa sahip linyit sahalarının da, termik santral kurma şartıyla aynı modelde ihale edilmesi planlanmaktadır.

Alpu Projesi; QP onaylı 1,5 milyar ton kaynak, 3000 MW ve üzerinde kurulabilecek termik santral kapasitesi, Yaklaşık 15 bin kişilik doğrudan, 120 bin kişilik de dolaylı istihdam, 32,5 milyar kWh yıllık elektrik üretim kapasitesiyle ülkemiz yıllık elektrik tüketiminin yaklaşık %12'sini tek başına karşılayabilecek dev bir projedir.

Vize Projesi; QP onaylı 158 milyon ton kaynak, ortalama 1700 kcal/kg AID, 150-350 m arası derinlik ile yeraltı işletmeciliğine uygun, Trakya havzasının elektriğinin bir kısmını yerli imkânlarla karşılayacak önemli bir projedir.

2.2.1. Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu Hakkında Genel Bilgiler

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ), 22.05.1957 tarihinde 6974 sayılı yasa ile kurulmuş bir İktisadi Devlet Teşekkülü olup, halen faaliyetlerini 27.11.1984 tarihli ve 18588 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Ana Statüsü” hükümlerine göre sürdürmektedir.

Kurumun sermayesi 1 Milyar TL olup, tamamı ödenmiştir.

TKİ’de 4.609 personel istihdam edilmektedir. Merkez Teşkilatında toplam 839 Personel, Taşra Teşkilatında ise toplam 3770 Personel görev yapmaktadır.

Kurum faaliyetlerinde, kendi imkânlarının yanı sıra özel sektörden hizmet alımı yapmak suretiyle birçok alanda işlerini daha uygun koşullarda yaptırma imkânı bulurken, aynı zamanda yeni iş olanakları sağlayarak istihdama da önemli katkılarda bulunmaktadır.

Bu kapsamda, halen, yapılan işlerin yarısından çoğu hizmet alımı suretiyle yaptırılmakta ve 2017 yılı sonu itibariyle yaklaşık 14.033 kişiye istihdam imkânı sağlanmaktadır.

Türkiye’nin yaklaşık 15,95 milyar ton olan linyit kömürü kaynağının 2,1 milyar tonu (%13’ü) TKİ uhdesinde bulunmaktadır. 2017 yılı verilerine göre Ülkemiz linyit üretiminin yaklaşık %30’u TKİ tarafından gerçekleştirilmiştir.

TKİ, faaliyetlerinin %75’ini özel sektörden hizmet alarak yerine getirmektedir. TKİ, İSO 500’ün 2012 yılı değerlendirmesine göre 500 sanayi kuruluşu arasında karlılıkta Kamuda 2’inci, istihdamda 4’üncü, ciroda 4’üncü sırada iken; 2013 yılı değerlendirmesine göre ise karlılıkta Kamuda 4’üncü, istihdamda 5’inci, ciroda ise 5’inci sırada yer almaktadır. Sonraki yıllarda ise, bazı müessese ve işletmelerin özelleştirilmesi ile ciro ve karlılık rakamları gerilemiştir.

2017 yılı sonu itibariyle 10,494 milyon ton termik santrallere; 6,63 milyon ton ısınma ve sanayi sektörüne olmak üzere toplamda 17,13 milyon ton kömür pazarlanmıştır.

Ayrıca, 2003 yılından itibaren çıkarılan Bakanlar Kurulu Kararnameleri kapsamında yılda yaklaşık 2 milyon fakir aileye 2 milyon ton kapı teslimi kömür sevkiyatı gerçekleştirilmiştir. 2002 yılından 2017 yılı sonuna kadar gerçekleşen toplam kömür sevkiyatı ise 25,65 milyon ton’dur.

TKİ, ülkemizin 2017 yılı sonu itibariyle 83.139 MW’a ulaşan kurulu gücünün, 9.872,6 MW’lık linyite dayalı yerli santrallerin %17’sine (1675 MW = 11 milyar kWh) doğrudan kömür temin etmektedir.

2.2.1.1. TKİ Kurumu Ar-Ge Faaliyetleri

Yerli enerji kaynaklarımızın en önemlilerinden biri olan kömürlerimizin yanması ile oluşan zararlı emisyonları azaltarak Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması ile AB ve ülkemiz çevre mevzuatına uygun hale getirmek ve birim kalori başına üretilen enerji miktarını arttırmak için temiz kömür teknolojilerinin kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

TKİ tarafından son yıllarda kömürün yanma verimi artırılırken, çevresel etkilerini azaltmaya yönelik, ileri ve yerli teknolojiye dayalı olarak çok sayıda Ar-Ge faaliyetleri yürütülmektedir. Bu faaliyetler aşağıdaki alanları kapsamaktadır:

- A. Kömürün gazlaştırılması, gazın temizlenmesi, kimyasal ve sıvı yakıt üretimi,
- B. Kömür hazırlama, iyileştirme ve zenginleştirme,
- C. Kömürün farklı alanlarda kullanımı (Hüyük asit),
- D. Kömürün yanması,
- E. Kömür madenciliği ve kömür arama,
- F. Çevresel Faaliyetler

Bu faaliyetler muhtelif üniversiteler, TÜBİTAK MAM, MTA, TAGEM gibi araştırmacı kurum ve kuruluşlarla işbirliği içinde yürütülmekte olup, bazı projeler TÜBİTAK, ABD ve Avrupa Birliği tarafından desteklenmektedir.

Yürütülen Ar-Ge çalışmaları için her yıl yaklaşık 10-15 milyon TL civarında harcama yapılmakta olup, çalışmalara daha fazla bütçe ayrılarak, daha da detaylandırılmaktadır.

TKİ tarafından yürütülen çalışmalar son durum itibarıyla aşağıda sıralanmıştır:

1. Biyokütle ve Kömür Karışımlarından Sıvı Yakıt Üretimi, (TRIJEN) Soma/MANİSA;
2. Tunçbilek Gazlaştırma, Sentez Gazının Temizlenmesi ve Metanol Üretimi, Tunçbilek/KÜTAHYA;
3. Isıl Değeri Düşük Kömürlerin Ekstraksiyon Yöntemi ile Külsüzleştirilmesi ve Alternatif Ürünlerin Geliştirilmesi, (TÜBİTAK MAM);
4. Linyit Kömürlerinden Kükürdün Uzaklaştırılabilirliğinin Araştırılması, (TKİ)
5. Lavvar şlam Atıklarının Çimento, Tuğla gibi Yapı Malzemelerinin Üretiminde Hammadde Olarak Değerlendirilmesi, (TÜBİTAK MAM);

6. Türkiye Linyit Kömürleri İçin Uygun Briketleme Koşullarının Belirlenmesi, Briketleme ve Ambalajlama Malzemesinin Geliştirilmesi, (TÜBİTAK MAM);
7. Şamların Susuzlandırılması, depolanması ve değerlendirilmesi çalışmaları;
8. Kömür Yıkama Tesis Atıklarının Değerlendirmesi, (Hacettepe Üniversitesi);
9. Hümatların Seramik Sağlık Gereçleri (SSG) ve Seramik Kaplama Malzemeleri (SKM) Üretiminde Dağıtıcı (Dispersant) Olarak Kullanımının Araştırılması;
10. AB 7. Çerçeve Programı kapsamında kazanılan “Yüksek Küllü Kömürlerin Elektrik Üretimi Amaçlı Gazlaştırılmasının Optimizasyonu-Optimash” Projesi;
11. 10 KW Gücünde Mikro-Dalga Plazma ile Kömür Gazlaştırma Pilot Tesisi kurulması, Soma;
12. Türkiye Bitümlü Şeyl yataklarında solvent ekstraksiyon yöntemiyle sıvı yakıt üretim potansiyelinin Araştırılması, (TUBİTAK MAM);
13. TKİ'nin sahip olduğu hümik madde (Leonardit), hümik gübrelerin geliştirilmesi, yeni ürün geliştirme ve kullanım alanlarında denenmesi;
14. Soma A Termik Santralinde Plazma Yakıcı Uygulama Projesi;
15. Biyoteknoloji yöntemiyle kömürden hümik ürünler üretilmesi projesi;
16. Kömür kaynaklı hümik asitten kozmetik ürünler üretilmesi projesidir.

Sonuç olarak TKİ, özellikle kömür madenciliğinde, sahip olduğu yüksek üretim potansiyeli, bu alandaki birikimi ve deneyimiyle öncü ve yol gösterici olarak günümüze kadar çok önemli hizmetler vermiştir. Tespit ettiği vizyon ve stratejilerle bu misyonuna devam etmektedir.

TKİ tarafından, uzun yıllardır devam eden ve büyük önem verilen Ar-Ge çalışmalarıyla; piyasaya ve termik santrallere, çevresel etkileri en aza indirilmiş ve kalitesi yükseltilmiş kömürler verebilmek, kömürden yeni ürünler geliştirmek ve kullanım alanlarını genişletmek gibi birçok konuda yapılan araştırmalar sonucunda çok sayıda yenilikçi Ar-Ge projeleri hazırlanarak yürürlüğe konmuştur. Kömür gazlaştırma ile ilgili olarak TKİ tarafından iki büyük Ar-Ge projesi yürütülmektedir. Bunlardan birincisi ELİ Soma'da kurulan “Biyokütle ve Kömür Karışımlarından Sıvı Yakıt Üretimi (TRIJEN)” projesi, ikincisi ise “Tunçbilek Kömür Gazlaştırma” projesidir. ELİ Soma'da kurulan kömür gazlaştırma tesisinden elde edilecek sıvı yakıtlarla ilgili çalışmalar devam etmekte olup ülkemizin en önemli cari açık sebeplerinden biri olan sıvı yakıtların

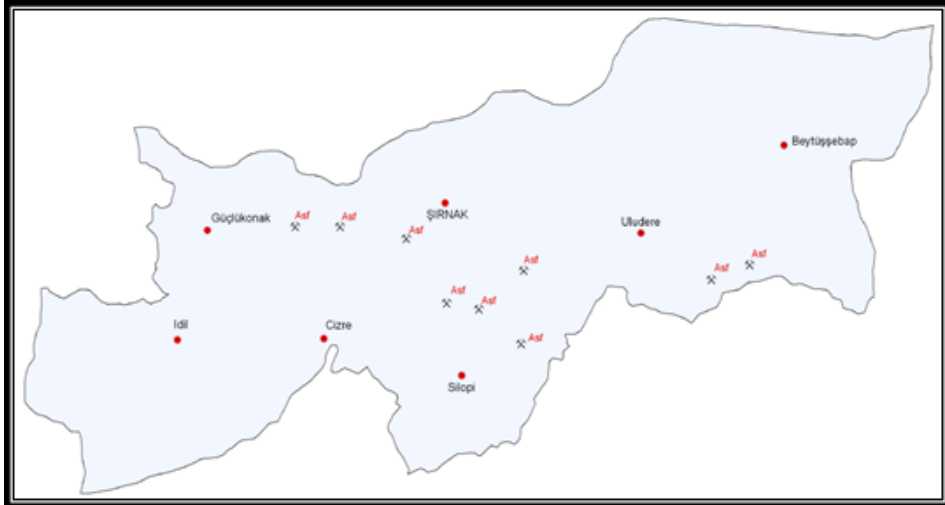
yerli kaynağımızdan üretilebilmesi için pilot tesisin devreye alınması çalışmaları tamamlanmıştır. Önümüzdeki dönemde tesisin sürekli çalışması sağlanarak endüstriyel tesislere geçilmesinin önü açılacaktır.

Tunçbilek sahasında kurulan 250 kg/saat kapasiteli sürüklemeli kömür gazlaştırma pilot tesisinde gazın temizlenmesinden sonra Metanol üretimine geçilecektir. Bu alanda ülkemizde yürütülen en önemli Ar-Ge çalışmalarından biri olan bu projenin olarak 2018 sonuna kadar sonuçlanması planlanmıştır. Böylece tamamı ithal edilen temel kimyasal maddelerden biri olan metanolün yerli teknoloji ile üretilebilmesi yönünde en önemli aşama tamamlanmış olacaktır. Linyitlerimizin etkin ve verimli olarak kullanılabilmesine imkân sağlayan kömürün iyileştirilmesi, zenginleştirilmesi ve enerjide en verimli şekilde kullanılabilmesi amacıyla yürütülen çalışmalarda son derecede olumlu sonuçlar alınmış olup bunların yaygın hale getirilmesi ile yerli kaynaklarımızın kullanımı artırılarak kömürlerimizle ilgili olarak Bakanlığımızca belirlenen 2023 hedeflerine ulaşılmış olacaktır.

3. ŞIRNAK HAVZASI ASFALTİT SAHALARI

3.1. Genel Bilgiler

Asfaltik maddeler, asfaltik petrolün doğal artıkları olup, petrolün tektonik hareketler sonucu kendi yatağından ayrılarak çevredeki yarık ve çatlaklarda yerleşmesinin sonucu oluşan maddelerdir. Petrol kökenli enerji hammaddesi olan asfaltitler, Şekil-10'da da görüldüğü gibi ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Şırnak ve Hakkâri yörelerinde filonlar şeklinde yer almaktadırlar.



Şekil 10. Şırnak Havzası Asfaltit Kaynaklarının konumları (Kaynak: http://www.mta.gov.tr/v1.0/turkiye_maden/il_maden/pdf_2010/Sirnak.pdf)

Ruhsatları Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'na ait olan İR:2505 ve İR:2429 No'lu sahalara ait yer bulduru krokisi Şekil-11'de verilmektedir.



Şekil 11. TKİ Asfaltit Ruhsatlarının konumu

1960'lı yıllardan itibaren havzaya yönelik MTA tarafından çeşitli sondaj ve etüt çalışmaları yapılmıştır. Tespit edilen asfaltit kaynak miktarları Tablo-7'de verilmektedir. Silopi'de 45,7 milyon ton; Şırnak'taki filonlarda ise 21,7 milyon ton olmak üzere TKİ ve MTA kayıtlarına göre 67,5 milyon ton'luk bir kalan asfaltit kaynağından bahsedilmektedir. Daha sık ve derin sondaj çalışmaları ile bu rakamın 150 milyon ton'ları aşacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 5. TKİ Asfaltit Ruhsatları Kaynak Durumu

TKİ SİLOPİ KONTROL MÜDÜRLÜĞÜ								
2018 YILI İTİBARIYLA ŞIRNAK ASFALTİT SAHALARI KAYNAK DURUMU								
İLİ	İLÇESİ	HUKUKİ DURUMU	FİLON ADI	KÖMÜR KAYNAK (ton)				
				MÜMKÜN	MUHTEMEL	GÖRÜNÜR	TOPLAM	
ŞIRNAK	SİLOPİ	TKİ	HARBUL		7.851.000	12.704.241	20.555.241	
			SİLİP		1.335.000	3.071.000	4.406.000	
			ÜÇKARDEŞLER		10.881.000	8.894.159	19.775.159	
			RUTKEKURAT		1.000.000		1.000.000	
		TOPLAM		21.067.000	24.669.400	45.736.400		
	ŞIRNAK MERKEZ	TKİ	AVGAMASYA		673.000	1.699.752	2.372.752	
			MİLLİ	1.600.000	2.900.000	1.624.647	6.124.647	
			ANILMIŞ-KARATEPE	2.500.000	2.000.000	11.096	4.511.096	
			SERİDAHİLİ	1.279.202	1.254.000	3.290.204	5.823.406	
			NİVEKARA	700.000	1.000.000	144.440	1.844.440	
			SEGÜRÜK		0	0	0	
			ANILMIŞ-İSPİN-DORUK	500.000	500.000	70.875	1.070.875	
	TOPLAM		6.579.202	8.327.000	6.841.014	21.747.216		
	GENEL TOPLAM				6.579.202	29.394.000	31.510.414	67.483.616

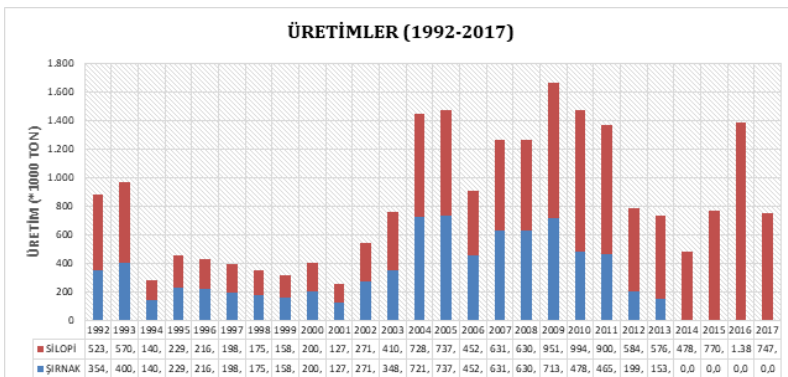
Şırnak asfaltitlerinin kimyasal özellikleri Tablo-8'de verilmektedir. Buna göre Şırnak havzasındaki asfaltitlerin alt ısı değer (AID) aralıkları 2.876 kcal/kg ile 5.536 kcal/kg arasında değişmekte olup, ortalama AID 4.500 kcal/kg ve üzerindedir. Ortalama nem linyitlere göre çok düşük olup, kül ve kükürt oranları çok yüksek olduğundan, asfaltitlerin evsel kullanımı uygun değildir. Fakat elektrik üretimi amaçlı kullanımları son derece uygun olup, dolaşımli akışkan yataklı santrallerde kireçtaşı kullanımı ile kül ve kükürt emisyonları büyük oranda azaltılabilmektedir.

Silopi'de bulunan 3x135 MW gücündeki termik santral, asfaltitin elektrik üretimi amaçlı kullanımı için oldukça iyi bir örnektir.

Tablo 6. TKİ Asfaltitlerinin kimyasal özellikleri

Filon	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	AID (kcal/kg)
Silopi-Harbul	0,88	35,93	8,23	5.536
Silopi-Silip	1,35	36,25	8,10	5.485
Silopi-Üçkardesler	1,21	35,55	7,70	5.474
Avgamasya	0,47	39,68	5,64	4.191
Milli	2,13	47,38	4,01	3.400
Karatepe	3,58	42,56	3,48	3.695
Seridahli	0,22	46,72	4,92	3.174
Nivekara	5,40	42,72	5,83	3.400
Ispindoruk	0,33	51,93	4,76	3.300
Segürük	1,20	38,80	6,36	4.500
Rutkekurat	3,60	42,12	4,40	3.250
Uludere Ortasu	0,40	46,03	5,08	2.876

6309 sayılı Kanunla TKİ Kurumu tarafından alınan ve 2172 Sayılı Kanunla Güneydoğu Anadolu'daki Asfaltit ve Linyit sahalarının kamulaştırılması sonucunda TKİ'ye intikal eden asfaltit sahalarının üretimleri Kamu eliyle 1979'dan sonra başlamış olup, 2002 yılında Şırnak İl Özel İdaresi'ne devredilmesinden sonra da özel sektör marifetiyle sürdürülmüştür. Tablo-9'da yer alan grafikte Silopi ve Şırnak Merkez filonlarının yıllara göre üretimleri gösterilmektedir. Grafığe göre Şırnak merkezdeki üretimler 2013 yılına kadar devam etmiştir. Fakat Silopi'de termik santral amaçlı olarak sürdürülen üretim faaliyetleri halen devam etmekte olup, ortalama 500.000 ton ile 1,4 milyon ton arasında değişmektedir.

Tablo 7. TKİ Asfaltitlerinin yıllara göre üretim durumları

3.2. TKİ Asfaltit Ruhsatlarının Hukuki Durumu ve Tarihsel Gelişimi

6309 sayılı Kanunla TKİ Kurumu tarafından alınan ve 2172 Sayılı Kanunla Güneydoğu Anadolu'daki Asfaltit ve Linyit sahalarının kamulaştırılması sonucunda TKİ'ye intikal eden Siirt- Şırnak- Silopi Asfaltit sahaları ile Yeni Çeltek Şirketinin Cizre'deki bina ve tesislerinin TKİ'ye devir alınması işlemini müteakip TKİ Yönetim Kurulunun 21.12.1978 tarih 2515/1935 sayılı kararı ile kurulan GAL İşletme Müdürlüğü faaliyetine 13.03.1979 tarihinden itibaren başlamıştır. TKİ Yönetim Kurulunun 02.10.1981 tarih ve 2804/2239 sayılı kararı ile merkezi Cizre'de Güneydoğu Anadolu Asfaltit ve Linyitleri Müessese Müdürlüğü oluşturularak faaliyetler sürdürülmüştür. TKİ Yönetim Kurulunun 16.12.1994 tarih, 3478/419 sayılı kararı ile de tüzel kişiliği kaldırılarak İşletme Müdürlüğüne dönüştürülmüştür (TKİ, 2017).

İşletmenin kuruluş amacı, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumunun genel politikası çerçevesinde Güney Doğu Anadolu Bölgesinin kömür talebinin karşılanmasına katkıda bulunmak ve bölgede mevcut asfaltit ve linyit rezervlerini ülke yararına değerlendirmek olarak belirlenmiş ve bu amaçla faaliyetlerini yürütmüştür.

T.C. Başbakanlık Yüksek Denetleme Kurulu Denetleme raporları doğrultusunda ve 2001/3151 sayılı Bakanlar Kurulu Kararnamesi'nin eki karar ile bu karar gereğince T.C. Hazine Müsteşarlığı Genelgesi doğrultusunda, her türlü önlem alınsa dahi özelliği nedeni ile ürettiği asfaltit satışında zorluk olduğundan karlı, verimli işletilmesi mümkün olmayan ve sürekli kaynak tüketen İşletme'nin Şırnak ocakları Şırnak İl Özel İdaresine rödövens usulü ile çalıştırılmak üzere verilmiştir (TKİ, 2017).

GAL İşletme Müdürlüğünün faaliyetleri, TKİ Yönetim Kurulunun 19.06.2002 tarih 28/202 sayılı kararı ile 01.07.2002 tarihinde durdurulmuştur. Aynı Yönetim Kurulu Kararı gereğince "Teshinde kullanımı çevresel olumsuzlukları nedeniyle mümkün olmayan Silopi asfaltitlerinin (elektrik ve/veya ısı santralleri v.b.) kullanılabilmesini teminen işletmenin faaliyetinin tatil kararından sonra, rezervin yerli enerji üretimine katkı sağlayan bir amaca göre çalıştırılabilmesi için ihale edilmesi" kararı alınmıştır. Kapalı zarf usulü uluslararası teklif alınmak üzere çıkılan Silopi Rödüvens İhalesi 16.12.2002 tarihinde yapılmış ve ihaleye iki teklif alınmıştır. İhale değerlendirmeleri tamamlanmış ve TKİ Yönetim Kurulunun 10.04.2003 tarih ve 12/120 sayılı kararı ile ihalesi yapılmıştır. Faaliyetleri durdurulan GAL İşletme Müdürlüğü yerine TKİ Yönetim Kurulunun 25.12.2002 tarih 56/366 sayılı kararı ile Silopi Kontrol Müdürlüğü oluşturulmuştur.

TKİ'ye 6309 sayılı Kanun ile 3 adet, 2172 sayılı Kanun ile 17 adet, 2840 sayılı Kanun ile 269 adet olmak üzere toplam 289 adet asfaltit sahası intikal etmiştir. Zaman içinde 6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan

gelen 7 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 253 adet olmak üzere toplam 261 adet asfaltit sahası TKİ'ce Maden İşleri Genel Müdürlüğü'ne iade edilmiştir.

Halen TKİ uhdesinde 6309 sayılı Kanundan gelen 2 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 10 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 16 adet olmak üzere toplam 28 adet asfaltit ruhsat bulunması gerekirken;

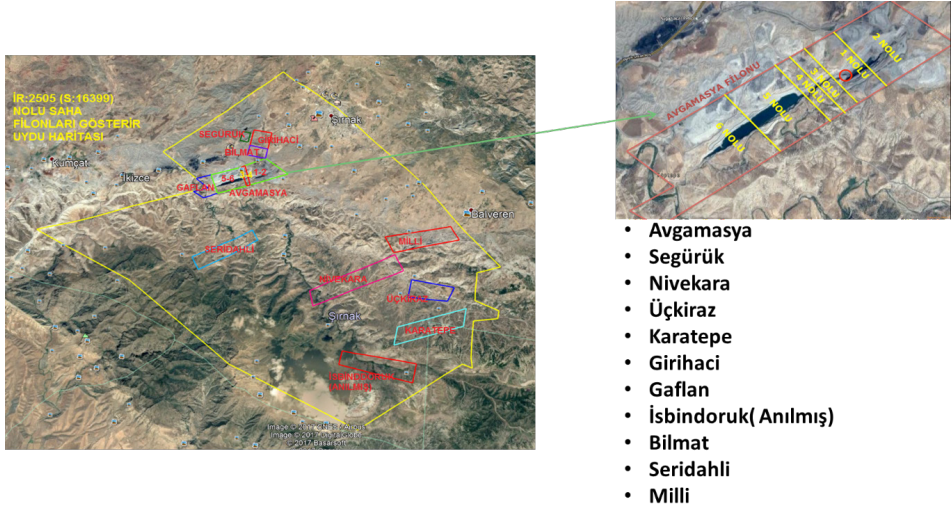
- 1- 6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 9 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 7 adet sahanın 3213 sayılı Maden Kanunu gereği birleştirilmesi ile İR: 2505 Ruhsatı
 - 2- 6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 4 adet sahanın 3213 sayılı Maden Kanunu gereği birleştirilmesi ile İR: 2429 Ruhsatı
 - 3- 2840 sayılı 2 adet sahanın 3213 sayılı Kanunla birleştirilmesi ile ÖN İR: 2034 Ruhsatı
 - 4- 2840 sayılı Kanundan gelen ÖN İR: 1577 Ruhsatı
 - 5- 2840 sayılı Kanundan gelen AR: 8909 Ruhsatı
 - 6- 2840 sayılı Kanundan gelen AR: 9227 Ruhsatı
- olmak üzere toplam 6 adet ruhsat bulunmaktadır.

3.3. İR: 2505 Şırnak Sahaları

3213 Sayılı Maden Kanunu gereğince GAL İşletmesi uhdesinde bulunan asfaltit sahalarından Şırnak Bölgesindeki 17 adet saha birleştirilerek İ.R.2505 no'lu İşletme Ruhsatı, alınmıştır. 13.09.1998 tarihinde 25 yıl olarak alınan Şırnak ruhsatı 24.697.05 hektardır.

İR: 2505 Şırnak ruhsatı içinde yer alan önemli asfaltit zuhurları, Şekil-12'de de görüldüğü gibi Avgamasya, Milli, Seridahli, Üçkiraz, Anılmış-Karatepe, Nivekara, Anılmış-İspindoruk, Segürük filonlarıdır.

İR: 2505 Şırnak asfaltit sahası içerisinde yer alan ve bölgenin en önemli asfaltit zuhuru olan Avgamasya filonu Şırnak ilinin 10 km güney batısında Avgamasya köyü sınırları içerisinde yer alır. Sahaya Şırnak-Cizre karayolunun 10. km sinden ayrılan 3 km lik yolla ulaşılmaktadır. Yollar ulaşımına her mevsim açıktır. Bölge topoğrafyası güneyden kuzeye doğru bir yükselim gösterir. Filonların bulunduğu kesim küçük tepeciklerden ve düzlüklerden oluşmaktadır. Filonlar ilksel topoğrafyalarını işletme nedeniyle büyük çoğunlukla kaybetmiştir.



Şekil 12. Şırnak İR:2505 ruhsat sahası görünümü

Bölgede karasal iklim hüküm sürmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar yağışlı ve soğuktur. Hâkim bitki örtüsü meşe ve fıstık ağaçlarıdır. Su kenarlarında söğüt ve kavak ağaçlarının varlığı göze çarpmaktadır. Ekime elverişli arazi yok denecek kadar azdır. Bölgede küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır.

Asfaltite yönelik çalışmalar MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1964 yılından beri yapılmaktadır. Bu çalışmalar sırasında detay jeolojik harita yapımı, yarma, sığ, eğik ve dik sondajlar yapılmıştır.

Üst kratese yaşlı Germav formasyonu içinde yer alan asfaltit filonu güney doğu-kuzey batı doğrultusunda ve çatlak dolgusu karakterinde oluşmuştur. Dolayısıyla çatlaklarda katedilen tabaka serilerinin stratigrafisinin asfaltit oluşumu üzerinde fazla etken olmaması ve olayda bölgenin tektonik durumunun belirleyici olması nedeniyle araştırmacılar tarafından detaylı stratigrafik etüt yapılmasına gerek duyulmamıştır.

Çalışma sahasının stratigrafik sınıflaması aşağıdan yukarıya doğru;

Üst Şırnak formasyonu: Kompakt, sert, marnlı kalkerlerle yumuşak marnlardan oluşmuştur. Koyu gri-grimsi mavidir, yüzeyde görülmez.

Alt Germav formasyonu: Toz halinde dağılan, fena tabakalanmış, yeşilimsi gri renkli marnlardır.

Üst Germav formasyonu: Kumtaşı bantları içeren koyu gri renkli tabakalı marnlardır.

Genç örtüler: Bölgede dere çakıllarından hariç olarak çoğunlukla kızıl kahverengi toprak içinde bulunan iri çakıllardan oluşmuş ve yer yer de kalınlıkları 1-4 m olabilen taraça çakılları mevcuttur.

Bölgenin ana üretim merkezlerinden olan Avgamasya asfaltit filonu germav formasyonu diye adlandırılan formasyon içinde güney doğu-kuzey batı doğrultusunda 3,5 km'lik bir uzanım gösterir. Filon üzeri 10-40 m arasında değişen yanık marn ve yanmış asfaltite ait curuflarla örtülüdür.

İR: 2505 Şırnak ruhsatında 1979 yılından bu yana 14 adet dekapaj işi projelendirilmiş ve ihale sureti ile projeler gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında 1985 yılında devreye giren Şırnak projesi kapsamında TKİ'de çalışmalara emaneten başlamıştır.

İR: 2505 ruhsat no'lu saha Şırnak Havzası olarak adlandırılmaktadır. Bu havzanın ana üretim yeri Avgamasya filonudur.

Şırnak Avgamasya filonu yaklaşık 2900 m boyunda olup, doğu-batı istikametinde sırası ile 300 m uzunluğunda 2 no, 700 m uzunluğunda 1 no, 500 m uzunluğunda 4 no, 200 m uzunluğunda 3 no, 1200 m uzunluğunda 5 no ve 6 no'lu panolar olarak çalıştırılmıştır.

Şırnak havzasından 1979 yılından 2002 yılı sonuna kadar 4.684.506 ton tuvenan üretim karşılığı 29.096.039 m³ dekapaj yapılmıştır. 1979 yılında Avgamasya filonunda üretim başlamış, 1985 yılına kadar ihale sureti ile yapılan dekapaj projeleri uygulanmıştır. 1985 yılında + 740 kotuna kadar filonun 2030 m. lik bölümü projelendirilmiştir.

Şırnak-1, 2, 4 olarak adlandırılan filonun batı bölümünde 1989 yılından sonra işletmeye ait çalışmalar tedricen durdurulmuş; dekapaj ve üretim faaliyetleri 1993 yılından itibaren filonun 1300 m lik güney batı bölümüne kaydırılmıştır.

1987-1988 yıllarında 550.000 tonlara varan tuvenan üretim bu yıllardan sonra hızlı bir şekilde azalış göstermiş ve 2013 yılı öncesindeki son 6 yıllık süreçte ortalama yıllık üretim 30.000 ton civarında gerçekleşmiştir.

TKİ tarafından yapılan Şırnak ocaklarına ait asfaltit üretimlerinin tamamı açık ocak üretimleridir. Bölgede yeraltı asfaltit işletmeciliği Şırnak İl Özel İdaresi tarafından yapılmaktadır. 1978'den beri ilk önce Şırnak-Avgamasya filonu 1 nolu ocakta başlayan asfaltit üretimi, daha sonra 2 no'lu panoda yapılmış, 3 nolu ve 4 nolu panoların devreye girmesi ile devam etmiştir.

İlk üretim ve dekapaj faaliyeti daha önce özel sektörün çalıştığı alanlarda müteahhit marifeti ile yaptırılmıştır. 1980-1981 yılında Kamu Kuruluşu olan DSİ makinaları kullanılarak yapılan üretim denemesi başarısız olmuştur. Hızlı kömür talebine göre geliştirilen Şırnak projesi kapsamında Şırnak Havzasına makina yatırımı yapılmıştır.

1989 yılından itibaren başlayan güvenlik sorunları yöredeki kömür üretimini olumsuz etkilemiştir.

Şırnak sahalarının tarihsel gelişimi kısaca altta verilmektedir:

- 1978’de devletleştirilerek, TKİ’ye verilmiş, 1979–2002 arasında avgamasya ve harbul filonları olarak iki ayrı işletmece işletilmiş, diğer filonlar rödövens karşılığı olarak çalıştırılmıştır. Milli Filonu rödövens sözleşmesi haricinde bırakılmıştır.
- İR:2505 ruhsat no’lu sahanın tamamı yöredeki madencilik faaliyetlerinin güvenlik zafiyetine neden olmadan, güvenlik bakımından sorumlu mülki idarenin kontrol ve denetimi altında yapılması, sahadaki izinsiz üretimin önlenmesi, sahadan elde edilen gelirin bölge ekonomisine ve istihdamına katkıda bulunması ve sahada güvenli madencilik yapılması maksadı ile 26.03.2002 tarihli rödövens sözleşmesi hükümleri kapsamında Şırnak Valiliği İl Özel İdaresine verilmiştir.
- 2013 yılında meydana gelen maden kazası sonrası, ÇSGB ve Maden İşleri Genel Müdürlüğü tarafından saha kapatılmıştır.
- Sahada üretim faaliyetlerinin uzun bir süre durdurulması sonucunda, Şırnak İl Özel İdaresi İl Genel Meclis Başkanlığının 01.03.2017 tarih, 36/1 karar numarası ile imzalanan rödövens sözleşmesi karşılıklı tasfiye edilmiştir.
- Yapılan ihaleyi kazanan firma ile 14.04.2017 tarihinde sözleşme imzalanmıştır.
- Yapılan ihale sonrasında 28.04.2017 tarihinde iş ortaklığına yer teslimi yapılmıştır.
- Ancak; sahada yapılan madencilik faaliyetleri MİGEM’in tespit ettiği eksiklikler nedeniyle durdurulduğu için şu an sahada herhangi bir çalışma yoktur.
- 2008 yılından 2013 yılına kadar toplam sahada 5,5 milyon ton asfaltit üretimi gerçekleştirilmiştir.

3.4. İR-2429 Silopi Sahaları

6309 sayılı Kanundan gelen sicil 1601, 2172 sayılı Kanundan gelen AR 2399, AR 20211, GMD 68175, GMD 83141 ve İT 9701 olmak üzere toplam 6 adet sahanın 3213 sayılı Maden Kanununa göre birleştirilmesi ile İR: 2429 sayılı Silopi Ruhsatı oluşturulmuştur.

03.02.1988 tarihinde 20 yıl olarak alınan Silopi Ruhsatı 7.552,51 hektar olup, Ruhsat alanı içerisinde Harbul, Üçkardeşler, Silip ve Rutkekurat filonları bulunmaktadır.

İR: 2429 Silopi asfaltit sahası Şırnak İli Silopi ilçesi sınırları içinde yer alır. Diyarbakır-Mardin karayolu ve Gaziantep –Ş.Urfa üzerinden gelen E-24 karayolu ile Cizre’ye ulaşılır. Cizre-Silopi ulaşımı E-26 karayolu ile sağlanır.

Silopi-Habur gümrük kapısı arasındaki devlet karayolunun 3. kilometresinden kuzeye ayrılan 12 km uzunluğundaki stabilize yolla çalışma alanında bulunan Besbin köyüne ulaşılmaktadır. Besbin köyünden 2,5 km uzaklıktaki Üç kardeşler filonu ile yine Besbin köyünden 5 km uzaklıkta bulunan Harbul filonuna ulaşılmaktadır. Asfaltit üretimi yapılan ocaklara yağışlı kış ayları dışında ulaşım gücünü yoktur.

İR: 2429 asfaltit sahası, kuzeydeki Cudi dağlık kesimi ile güneydeki düzlük bölgesi arasında yer almaktadır. Kuzeydeki yükseltiler kabaca doğu-batı uzanımlıdır. Bu yükseltiler 1500-2100 m. arasında değişmektedir. Üretim yapıldığı Harbul ve Üç Kardeşler filonlarının bulunduğu kesimde ise yükseklikler 900-1350 m. arasında değişmektedir.

Ruhsat alanı çerçevesinde yazları sıcak ve kurak kışları ise ılık ve yağışlı olan bir iklim görülmektedir. Bahar aylarında bölgeye fazla yağış düşmektedir. Bölge bitki örtüsü bakımından fazlaca zengin değildir. Dağlık kesimde seyrek olarak meşe, bıtım ve ardıc ağaçları bulunmaktadır. Vadi içlerinde nar, incir bahçeleri üzüm bağları ve kavaklıklar göze çarpmaktadır. Silopi ovasında yaygın olarak tahıl ziraatı yapılmaktadır. Hayvancılık; yöre halkının ihtiyaçlarını karşılayacak ölçülerde ve genellikle küçükbaş hayvancılığı şeklindedir.

Yöredeki asfaltite yönelik çalışmalar MTA Genel Müdürlüğü tarafından 1964 yılından itibaren yapılmaktadır. Bu çalışmalar sırasında detay jeolojik harita yapımı, yarma, sığ, eğik ve dik sondajlar yapılmıştır.

Silopi asfaltit sahasının en yaşlı kaya birimi harbul formasyonu olarak adlandırılmış birimdir. Orta-kalın tabakalı, sert, koyu gri renkli kireçtaşlarıyla temsil edilen birimin yaşı permiyen olarak belirlenmiştir. Bu birim üzerine kuzeye doğru diskordanslar Goyan grubu formasyonları gelir. Goyan grubu formasyonların güney sınırı bindirme hattını oluşturur. Bu hat boyunca bazen Germav formasyonu bazende Gercüş formasyonu ile karşı karşıya gelirler. Başlıca litolojisi; killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve killi şeyl seviyesinden oluşan bu grup formasyonlarının yaşı alt-orta triyas olarak belirtilmiştir.

Goyan grubu formasyonları üzerine uyumlu olarak üst triyas-Jura kratese yaşlı Cudi grubu formasyonları gelir ve genel olarak dolomitik kireçtaşıyla temsil edilirler.

Üst kratese-paleosen yaşındaki Germav formasyonu Cudi grubu üzerinde uyumlu olup, açık-koyu gri, orta gevrek-orta sert, orta-ince tabakalı marn kumtaşı ve killikireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır.

Kırmızı renkli gercüş formasyonunun yaşı alt paleosen-alt eosen olarak belirtilmiş, litolojisi; kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, kil anhidrit ve dolomitik kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır. Asfaltit filonları bu formasyon içinde bulunmaktadır.

Gercüş formasyonu üzerine güneyde Midyat kireçtaşı gelmektedir. Lütesyen yaşı verilen birim kirli beyaz-bej renkli orta sert-sert, tabakalanmalı kireçtaşı ile temsil edilmektedir. (TKİ, 2018)

Çalışma alanının daha güneyinde bulunan şelmo formasyonu, üst miyosen yaşındadır. İyi tabakalanma gösteren formasyon konglomera, kumtaşı, çamurtaşı ve kil seviyelerinden meydana gelmektedir. Çalışma alanı kenar kıvrımlar bölgesinde oluşmuş iki bindirme hattı arasında kalmaktadır.

Bölgede asfaltik maddelerin yerleşimi tektonik ve stratigrafik olarak, katı hale gelmesi ise petrolün metamorfizması ile açıklanmaktadır.

3.4.1. İR:2429 (Sicil:12450) No'lu Üç Kardeşler Filonu

Hukuku TKİ uhdesinde bulunan Şırnak İli, Silopi İlçesi dâhilindeki İR:2429 (Sicil:12450) nolu Üç Kardeşler Filonu, TKİ ile Şırnak Valiliği İl Özel İdaresi arasında imzalanan protokol hükümlerinin yerine getirilmesi şartı ile 30 yıl süresince rödövens karşılığı işletilmek üzere 06.06.2007 tarihli sözleşme ile Şırnak Valiliği İl Özel İdaresi'ne verilmiştir.

Sahada yapılan madencilik faaliyetleri MİGEM'in tespit ettiği eksiklikler nedeniyle 10.07.2017 tarihinde madencilik faaliyetleri durdurulduğu için 2017 yılına ait herhangi bir üretim yoktur. 2010 yılından 2016 yılına kadar toplam 577.841,61 ton asfaltit üretimi gerçekleştirilmiştir.

3.4.2. İR: 2429 Ruhsat No'lu Harbul Sahası

İR: 2429 Ruhsat no'lu Harbul sahasında 1978 yılından 1993 yılına kadar 8 adet dekapaj işi projelendirilmiş ve ihale sureti ile projeler gerçekleştirilmiştir. Bu projelerin 7 adedi Harbul filonunda, 1 adedi ise Üçkardeşler filonunda yapılmıştır. Bunun yanında 1986 yılında devreye giren Silopi projesi kapsamında TKİ de çalışmalara emaneten başlamıştır.

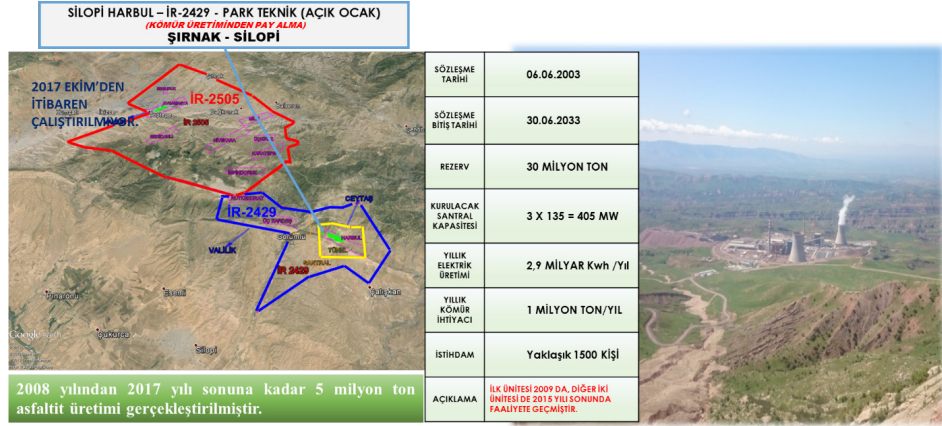
Sonraki yıllarda, hukuku TKİ uhdesinde bulunan İR:2429 (Sicil.12450) ruhsat no'lu sahanın içinde bulunan ve sözleşmesinde koordinatları belirtilen Harbul filonunun bulunduğu kesim 06.06.2003 tarihli sözleşme ile rödövens karşılığı işletilmek üzere Ceytaş Madencilik firmasına verilmiştir. En son yapılan devir sözleşmesi ile İR:2429(Sicil.12450) ruhsat no'lu saha rödövens sözleşmesinin 24. maddesi kapsamında Silopi Elektrik Üretim A.Ş. firmasına devir edilmiştir.

Rödövens sözleşmesi kapsamında sahada 3x135MW'lık bir termik santral kurulmuştur. Santralin 1x135MW olan 1. Ünitesi 2009 yılı Mayıs ayında, 2x135MW olan 2. ve 3. Üniteleri 2015 yılı Aralık ayında devreye alınmıştır.

Termik santral kurulum kapasitesi yıllık 1.200.000 ton olup; asfaltit kalorisi ise 5.400 kcal/kg'dir. Sahada iki adet filon bulunmakta olup, bunlar Harbul ve Silip Filonlarıdır. Proje başlangıcında Harbul Filonunda 34.000.000 ton, Silip filonunda 3.200.000 ton görünür kaynak mevcut idi. Fakat sonradan yapılan

sondaj çalışmalarıyla bu kaynak miktarları artırılmıştır. Santrale yılda ortalama minimum 1 milyon ton asfaltit beslenmektedir.

Silopi Elektrik Üretim AŞ tarafından 2008 yılından 2017 yılı (ağustos ayı dâhil) 4,8 milyon ton asfaltit üretimi yapılmıştır.



Şekil 13. Şırnak ve Silopi ruhsat sahaları ve termik santral görünümü

Açık işletme sahasında en üstte Cudi formasyonu, altında Germav formasyonu, onun altında kırmızı renkli Gercüş formasyonu, vadinin karşısında ise Midyat formasyonu yer almaktadır. Ortalama 1/15-1/18 ilk itfa ile asfaltite inilip üretim yapılmaktadır. Asfaltit kılıç şeklinde yeraltına doğru nerdeyse sonsuz kalınlıkta ilerlemekte olduğundan, inceltme dekapajının iyi yapılması büyük önem arz etmektedir. İlk inceltmeden sonra kanatlar tekrar açılarak yeniden inceltme dekapajı yapılmakta ve alttaki asfaltit alınmaktadır.



Şekil 14. Ciner Grubuna ait Silopi Elektrik Üretim AŞ'nin işlettiği açık ocak asfaltit sahası

Asfaltit petrol kökenli olduğu için kalorisi yüksek (Ort.AID 5000-5500 kcal/kg) olmasına rağmen, kül ve kükürtü de yüksek olduğundan evsel kullanımlarda dezavantaj oluşturmaktadır. Alt kottan açılan yaklaşık 900 m'lik bir tünel

sayesinde, santrale kömür kamyonlarla taşınmaktadır. Daha alt kotlar için yeni bir tünel inşası da devam etmektedir. Santralin yıllık elektrik üretim kapasitesi 2,6 milyar kwh'tir. Fakat yıllık %70'lik bir kapasite kullanılabilir. Santralde ve üretim sahasında yaklaşık 1500 kişiye istihdam sağlanmaktadır. Teknik kadro yaklaşık 200 kişiden oluşmaktadır.

Termik santral ve açık işletme sahasında böylesine yüksek bir istihdamın yapılıyor olması, hem civar köylere, hem de bölge ekonomisine çok olumlu katkılar sunmaktadır.

4. SONUÇ

Şırnak havzasındaki asfaltitlerle ilgili detaylı bilgileri verilen tarihsel süreç ve üretim faaliyet bilgilerinden de anlaşılacağı üzere; Güneydoğu Anadolu Bölgemiz'in Şırnak havzasında bulunan asfaltitlerimiz, yörenin elektrik üretim ihtiyacının karşılanması açısından önemli olduğu kadar, üretim faaliyetlerinin gerektirdiği yol, su, elektrik, haberleşme gibi alt yapı gereksinimlerinin madencilik yapılan bölgeye getirilmesi ile söz konusu bölgede belirli düzeyde bir altyapı tesis edilebilmesi ve istihdam oluşturması açısından da büyük önem arz ettiği görülmektedir.

Altyapının kalkınmanın temel unsurlarından birini oluşturması, kömür madenciliğinin istihdam ağırlıklı bir sektör olması bakımından bölgeler arası göçü sınırlayıcı nitelikte olması ve bunun yanında kömüre dayalı diğer bölgesel sanayileri de geliştirmek suretiyle dolaylı istihdam oluşturma özelliğinin bulunması hem yöre açısından, hem de ülkemiz açısından son derece önemlidir.

Asfaltit petrol kökenli olduğu için kalorisi yüksek (Ort. AID 5000-5500 kcal/kg) olmasına rağmen, kül ve kükürtü de yüksek olduğundan evsel kullanımlarda dezavantaj oluşturmaktadır. Fakat asfaltitin elektrik üretimi amaçlı kullanılması bir birimlik enerji elde edilmesi için düşük miktarlarda tüketim yapılmasından dolayı, son derece avantajlı bir durum oluşturmaktadır. Silopi'de bulunan termik santral 405 MW kurulu güce sahip ve yıllık elektrik üretim kapasitesi 2,6 milyar kwh'tir. Yıllık kömür üretimi ortalama 1-1,2 milyon ton olup, yaklaşık 1500 kişiye istihdam sağlanmaktadır. Termik santral ve açık işletme sahasında böylesine yüksek bir istihdamın yapılıyor olması, hem civar köylere, hem de bölge ekonomisine çok olumlu katkılar sunmaktadır.

Bu doğrultuda elektrik üretimi amaçlı yeni üretim modelleri ve santral projeleri geliştirilmesi yönündeki kapsamlı etüt çalışmaları TKİ önderliğinde çeşitli üniversite ve kuruluşlarla birlikte sürdürülmektedir. Söz konusu çalışmalar tamamlandığında yöre halkı için yeni istihdam alanları açılmış olacak ve bölgenin kalkınmasına ve güvenlik sorunlarının aşılmasına önemli ölçüde katkı sağlanmış olacaktır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığımızın önderliğinde TKİ Kurumu olarak, bölge ve ülke ekonomisine önemli katkılar sunulmasına devam edilmesi ve istihdamın artırılması yönündeki çalışmalar; iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uygun, kurumsal bir madencilik kültürü oluşturulması hedefi doğrultusunda kararlılıkla sürdürülmekte olup, 2023 Vizyonu ve Milli Enerji hedefleri doğrultusunda aynı kararlılıkla sürdürülmeye devam edilecektir.

Kaynaklar

- Bordoff, J., Houser, T., & Marsters, P. (Nisan 2017). “Can Coal Make a Comeback?”; DEKTMK Özet Çevirisi ile.
- BP. (2016). *BP Dünya Enerji Görünümü Değerlendirmesi, 2016 (Statistical Review of World Energy Outlook)*. BP.
- EIA. (2018). *ABD EIA, 2017 ENERJİ GÖRÜNÜMÜ (Hasan Semih AYGÜN'ün çevirisi ve düzenlemesi ile)*. ABD: EIA.
- Enerji Günlüğü* . (2018, Ocak 6). Çin'den ”süper büyük” kömür şirketi oluşturma planı: <http://www.enerjigunlugu.net/icerik/25537/cinden-super-buyuk-komur-sirketi-olusturma-plani.html> adresinden alındı
- IEA. (2015). *IEA, CO2 Emissions From Fuel Combustion Highlights*.
- IEA. (2018, Ocak 11). *WORLD ENERGY OUTLOOK, 2017 (Hasan Semih AYGÜN'ün çeviri ve düzenlemesiyle)*. IEA: <https://www.iea.org/weo2017/> adresinden alındı
- IEA, Coal Information. (2017). *Coal Information, 2016*.
- MTA ve ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğü. (2018). *KÖMÜR KAYNAK DURUMU*.
- TKİ. (2017). *TKİ Arşivi Bilgi Notları*. Ankara.
- TKİ. (2018). *TKİ Kurumu Arşivi. TKİ Şırnak Dosyası*. Ankara.

TÜRKİYE’NİN YERALTI ZENGİNLİKLERİ POTANSİYELİ VE ŞIRNAK İLİNDEKİ DURUM

M. Emrah Ayaz¹

M. Akif Polat²

İlker Şengüler³

Nail Yıldırım⁴

ÖZ

Medeniyetlerin gelişmesinde ve sürdürülebilir kalkınmada, yeraltı zenginliklerinin büyük rolü bulunmaktadır. Günlük hayatta kullanılan malzemelerin ve teknolojik cihazların hemen hemen tamamı yeraltı zenginlikleri kullanılarak elde edilmektedir. Bunun yanında kalkınmanın ve gelişmenin en önemli göstergesi olan enerji kaynaklarının da sürdürülebilir kalkınmada çok önemli bir yeri bulunmakta ve bunlara olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Günümüzde Dünyada; 1.6 trilyon \$ değerinde, yaklaşık 27 milyar ton/yıl maden üretilmektedir. Bu üretimin; %75’ini enerji hammaddeleri, %10’luk kısmı metalik madenler ve %15’ini de endüstriyel hammaddeler oluşturmaktadır.

Ülkemizin karmaşık jeolojik ve tektonik yapısı çok çeşitli maden yataklarının bulunmasına olanak sağlamıştır. Günümüzde dünyada yaklaşık 90 çeşit madenin üretimi yapılmaktayken ülkemizde 60 civarında maden türünde üretim yapılmaktadır. Türkiye, 132 ülke arasında toplam maden üretim değeri itibarıyla 28’inci sırada, maden çeşitliliği bakımından ise 10’uncu sırada bulunmaktadır. Dünya rezervleri içerisinde; bor rezervlerinin %72’si, perlit rezervlerinin %50’sinden fazlası, doğaltaş (mermer) rezervlerinin %33’ü, bentonit rezervlerinin %20’si, feldispat rezervlerinin %10’undan fazlası ülkemizde bulunmaktadır. Zengin olduğumuz diğer madenler; pomza, manyezit, trona, kayatuzu, alçıtaşı, kireçtaşı, barit, fluorit, stronsiyum tuzları, zeolit, sepiyolit (lületaşı), kuvars-kuvarsit, krom, civa, lantan ve toryumdur. Ülkemizde enerji hammaddeleri içinde yer alan katı fosil yakıtların en önemlisi kömürdür. Türkiye 17,4 milyar tonu geçen linyit rezerviyle dünya rezervleri içerisinde %1,9’ dan fazla paya ulaşmıştır.

1 Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü Ankara, emrah.ayaz@mta.gov.tr

2 Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü Ankara, mehmetakif.polat@mta.gov.tr

3 Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü Ankara, ilkersenguler@gmail.com

4 MTA Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü Malatya, nailyildirim@gmail.com

Ülkemiz, jeotermal enerji potansiyeli bakımından da önemli olup Avrupa'nın 1'nci, Dünyanın 7'nci ülkesi konumundadır.

Bakanlığımız tarafından benimsenen “enerji temininde çeşitlilik ve öz kaynaklarımızın kullanımı” ilkesi doğrultusunda Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) koordinasyonunda başlatılan projeler ile başta kömür olmak üzere arama çalışmaları büyük bir ivme kazanmıştır. Bunun sonucunda yeni sahalar bulunmuş, bilinen sahalarda ise rezerv artışları sağlanmıştır.

Şırnak ili coğrafik konumu, yeraltı zenginlikleri ve kültürel varlıkları bakımından ülkemizin önemli bir yöresini oluşturmaktadır. MTA Genel Müdürlüğü tarafından Şırnak ili ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar sonucunda metalik madenler, endüstriyel hammaddeler ve enerji hammaddelerine ilişkin çeşitli kaynaklar tespit edilmiştir. İlde bulunan önemli metalik madenler; Mesozoyik karbonatlar (Cudi Grubu) içerisindeki non-sülfidik Zn içeren sedimanter-ekzalatif (SEDEX) yataklar şeklinde gelişmiş Zn-Pb, yine Cudi Grubu ile Üst Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı Germav formasyonu ve Alt Eosen yaşlı Gercüş formasyonları içerisinde yer alan asfaltitlerin küllerinde bulunan ve yan ürün olarak kullanılabilir V, Ni, Mo, U_3O_8 'dir. Endüstriyel hammaddeler açısından bakıldığında, Kretase yaşlı Karababa formasyonu glokonili fosfat oluşumları içermektedir. Bunun yanı sıra Merkez ve Cizre ilçelerinde çimento hammaddesi olarak kullanılmaya elverişli kil ve kireçtaşı potansiyelleri yer almaktadır. Ayrıca Şırnak ilinin Suriye sınırında Cizre ve İdil ilçeleri arasında bazalt rezervleri bulunmaktadır. Önemli enerji hammaddelerinin başında asfaltit gelirken, petrol potansiyelinin de önemli bir yere sahip olduğu belirtilebilir. Jeotermal enerji kaynağı bakımından da Şırnak ili Güçlükönak ilçesi Düğünürdu köyü yakınında yer alan Hısta kaplıcaları yüksek ısıli önemli bir sıcak su kaynağı durumundadır.

Anahtar Kelimeler: Yeraltı Zenginlikleri, Şırnak, Asfaltit.

TURKEY'S UNDERGROUND WEALTH POTENTIAL AND SITUATION IN ŞIRNAK

ABSTRACT

In the development of civilization and sustainable development, underground wealth has a great role. Almost all of the materials and technological devices used in everyday life are obtained by using underground resources. Besides, energy resources, which are the most important indicators of economical growth and development, have a very important place in sustainable development and the need for them is increasing day by day. Today in the World; approximately 27 billion tonnes / year of mine is produced, it worths \$ 1.6 trillion. This production consists of 75% energy raw materials, 10% metallic mines and 15% industrial raw materials.

The complex geological and tectonical structure of our country has made it possible to find a wide variety of mineral deposits. Today, around 90 kinds of minerals are produced in the world while 60 kinds of minerals are produced in our country. Turkey ranks 28th among 132 countries in terms of total value of mineral production, in terms of the diversity of minerals it is ranked 10th. Within the world reserves; 72% of the boron reserves, more than 50% of the perlite reserves, 33% of the natural stone reserves, 20% of the bentonite reserves and more than 10% of the feldspar reserves exist in our country. We are rich in other minerals; limestone, baryte, fluorite, strontium salts, zeolite, sepiolite (meerschaum), quartz-quartzite, chromium, mercury, lanthanum and thorium. The most important solid fossil fuel exists in our country's energy feedstock is coal. Turkey has reached more than 1.9% share in the world with exceeding 17.4 billion tons of lignite reserves . Our country is also important in terms of geothermal energy potential and it is the first in Europe and the seventh country in the world.

The projects initiated under the coordination of the General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) in line with the principle of "diversity in energy supply and the use of our own resources" adopted by our Ministry have gained a great impetus, especially in coal exploration. As a result, new fields were explored and reserve increases were accomplished in known fields.

Şırnak province is an important region of our country in terms of its geographical location, underground richness and cultural assets. As a result of the field works carried out by the General Directorate of MTA in and around Şırnak province, various sources of metallic mines, industrial raw materials and energy raw materials have been identified. Important metallic minerals found in Şırnak; Zn-Pb developed as sedimentary-exhalative (SEDEX) deposits containing non-sulphidic Zn in the Mesozoic carbonates (Cudi Group), Zn-Pb in the ashes of the Cudi Group and Upper Maastrichtian- Paleocene Germav formation and Lower Eocene Gercüş formations and V, Ni, Mo, U₃O₈ which can be used as the by product. In terms of industrial raw materials, the Cretaceous Karababa formation contains glauconitic phosphate formations. Besides, clay and limestone potentials suitable for use as cement raw materials are located in the districts of Cizre and Merkez. There are basalt reserves between Cizre and İdil districts on the Syrian border of Şırnak. It can be stated that asphaltite is the leading energy raw material and oil potential has a great importance in Şırnak. Located in the vicinity of Düğünürdu village of Düzlükonak province of Şırnak in terms of geothermal energy source, Hısta hot spring is an important hot water resource with high temperature.

Keywords: Underground Wealth, Şırnak, Asphaltite.

1. GİRİŞ

Yeraltı zenginlikleri, medeniyetlerin gelişmesinde ve sürdürülebilir kalkınmada büyük rol oynamaktadır. Günlük hayatta kullanılan malzemelerin ve teknolojik cihazların hemen hemen tamamı yeraltı zenginlikleri kullanılarak elde edilmiştir. Bunun yanında kalkınmanın ve gelişmenin en önemli göstergesi olan enerji kaynaklarının da çok önemli bir yeri bulunmakta ve bunlara olan ihtiyaç da her geçen gün artmaktadır.

Bakanlığımız tarafından benimsenen “enerji temininde çeşitlilik ve öz kaynaklarımızın kullanımı” ilkesi doğrultusunda Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) koordinasyonunda başlatılan projeler ile başta kömür olmak üzere arama çalışmaları büyük bir ivme kazanmıştır. Bunun sonucunda yeni sahalar bulunmuş, bilinen sahalarda ise rezerv artışları sağlanmıştır.

2014-2018 yıllarını kapsayan Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planında “Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı”nda, Türkiye ekonomisinin istikrarlı bir şekilde yüksek oranda büyüebilmesi için, yerli enerji kaynaklarımızın olabildiğince değerlendirilmesi ve buna bağlı olarak enerjide dışa bağımlılığın azaltılması gereği vurgulanmıştır.

Şırnak ili coğrafik konumu, yeraltı zenginlikleri, kültürel varlıkları bakımından ülkemizin önemli illeri arasında yer alırken, maden ve enerji kaynakları bakımından da zengindir. Metalik madenlerden çinko ve kurşunun bulunduğu Şırnak'ta fosfat, çimento hammaddeleri ve bazalt rezervleri de endüstriyel hammaddeler arasında yerini almaktadır.

2. MADENCİLİĞİN EKONOMİDEKİ YERİ

İnsan ve toplum hayatında vazgeçilmez bir yer tutan madencilik sektörü, tarih boyunca gelişmiş ülkelerin sahip oldukları teknoloji ve refah düzeyine ulaşmalarında büyük rol oynayan faktörlerin başında gelmektedir. Madencilik, özellikle tarım ile birlikte toplumların hammadde ihtiyaçlarını sağlayan iki temel üretim alanından birisi konumundadır. Doğal kaynaklarını etkin bir biçimde kullanan ülkeler, ekonomik güçlerini büyük ölçüde madencilik sektöründen almaktadırlar. Sektör, gerek ekonomiye doğrudan yaptığı katkılar, gerekse ekonominin diğer alanlarına, özellikle imalat sektörüne sağladığı girdiler nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Sektörler arasında en yüksek katma değer ve istihdam oluşturma kapasitesine sahip olan madencilik sektörü, daha çok kırsal alanlara yakın yerlerde gerçekleştirildiği için kente olan göçü önlemekte ve bölgesel kalkınmayı da hızlandırmaktadır.

Enerji ve demir-çelik sektöründe kullanılan hammaddelerin %75-80'i kömür, petrol, doğalgaz ve demir cevheri gibi maden ürünleridir. Tarımın ana girdisi olan gübre üretiminde kullanılan hammaddelerin %90'ı madencilik faaliyetleri sonucunda elde edilmektedir. Dünyadaki duruma genel olarak bakıldığında, mineral yakıtlar dışında kalan alanların tümünde Türkiye önemli bir konumdadır (Tablo 1).

Dünya maden rezervlerinde ABD, Çin, Güney Afrika, Kanada, Avustralya ve Rusya'nın önemli payları bulunmaktadır. Bu ülkeler, dünya maden üretiminde de rol oynayan önemli aktör ülkelerdir. Bunun yanı sıra petrol üretiminde Suudi Arabistan, Kuveyt, İran, Rusya ve Türk Cumhuriyetleri önemli rezervlere sahiptir. Dünya ticaretinde madencilik ürünleri arasında ihracat değerlerine göre ham petrol, demir dışı metaller ve endüstriyel mineraller önemli yere sahiptir. Dünya ticaret rakamları incelendiğinde çelik, bakır, kurşun ve kalay gibi geleneksel metallerin kullanımı düşerken, ileri seramik malzemeleri, plastik ve polimer kökenli malzemeler gibi yüksek teknoloji malzemelerinin kullanımının giderek arttığı görülmektedir. Dünya maden kaynakları Tablo 2'de verilmiştir.

Günümüzde, dünyada yıllık 1,5 trilyon \$ değerinde 10 milyar tonun üzerinde maden üretilmektedir. Bu rakamın %75'i enerji hammaddeleri, %10'u metalik madenler ve %15'i endüstriyel hammadde üretimine aittir. Bu kapsamda verilen değerlerden madencilik endüstrisinin dünya ekonomisi için ne kadar önemli olduğu görülmektedir (Şekil 1). Günümüzde Dünyada;1.6 trilyon \$ değerinde, yaklaşık 27 milyar ton/yıl maden üretilmekte olup, bu üretimin %75'ini enerji hammaddeleri, % 10'unu metalik madenler ve % 15'ini endüstriyel hammaddeler oluşturmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH)'da madenciliğin payı; ABD'de %5, Almanya'da %4.0, Avustralya'da %8, Şili'de %8.5, Güney Afrika'da %6.5, Brezilya'da %3 ve Türkiye'de ise %1 düzeyindedir.

Geçtiğimiz yüzyılda, dünya gayrisafı yurt içi hasılası yaklaşık 18 kat artmış ve küresel kaynak tüketim miktarı da buna paralel olarak büyümüştür. Dünya ham petrol tüketimi 20,43 milyon tondan 3,5 milyar tona yükselerek 172 kat, çelik tüketimi 27,80 milyon tondan 847 milyon tona yükselerek 30 kat artış göstermiştir.

Tablo 1. Mineral yakıtlar dışında kalan alanlarda Türkiye'nin Dünya'daki yeri

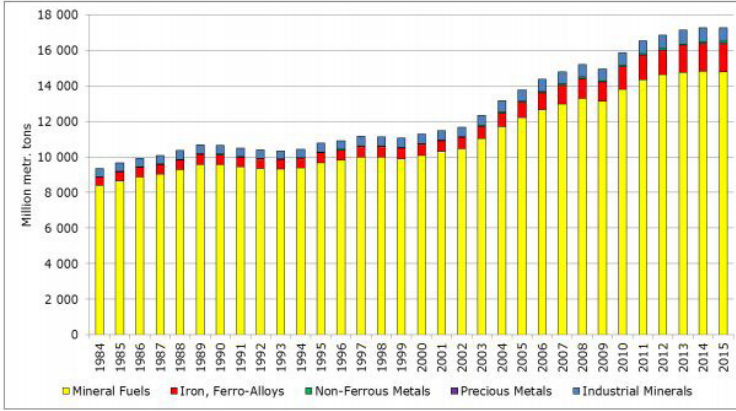
	Demir ve Demir Alaşım Metaller		Paslanmaz Metaller		Kıymetli Metaller		Endüstriyel Maddeler		Mineral Yakıtlar	
1	G. Afrika	81	Çin	93	Çin	25	Çin	20	Çin	644
2	Çin	79	Avusturalya	53	G. Afrika	16	Kanada	8,5	Rusya	528
3	Avusturalya	70	Şili	43	Avusturalya	15	Rusya	8,5	ABD	500
....										
7	Türkiye	2								
		4								
....										
9							Türkiye	2,5		
....										
22					Türkiye	1,7				
23			Türkiye	2,2						
....										
57									Türkiye	3,7

Tablo 2. Dünya Maden Kaynakları

MADENİN ADI	AÇIKLAMA	REZERVLER (Bin Ton) 2008	
		REZERV	BAZ REZERV
Altın*	Au içeriği	47.000	100.000
Antimon*	Sb içeriği	2.100.000	4.300.000
Asbest		RÇ	RÇ
Bakır	Cu içeriği	550.000	1.000.000
Barit		190.000	880.000
Boksit		27.000.000	38.000.000
Bor	B ₂ O ₃ içeriği	170.000	410.000**
Cıva*	Hg içeriği	46.000	240.000
Çinko	Zn içeriği	180.000	480.000
Demir	Kullanılabilir Cevher	150.000.000	350.000.000
Diatomit		RÇ	RÇ
Feldspat		RÇ	RÇ
Fluorit		230.000	470.000
Fosfat		15.000.000	47.000.000
Grafit (Doğal)		90.000	220.000
Gümüş*	Ag içeriği	270.000	570.000
İlmenit	TiO ₂ içeriği	680.000	1.400.000
Jips		RÇ	RÇ
Kadmiyum*	Cd içeriği	490.000	1.200.000
Kalay*	Sn içeriği	5.600.000	11.000.000
Kobalt*	Co içeriği	7.100.000	13.000.000
Kurşun	Pb içeriği	79.000	170.000
Manganez Cevheri		500.000	5.200.000
Mika (Doğal)	Tabakalı	RÇ	RÇ
Nadir Toprak E.*	NTE-Oksit içeriği (REO)	88.000.000	15.000.000
Nikel*	Ni içeriği	70.000.000	150.000.000
Perlit		700.000	7.700.000
Potas	K ₂ O içeriği	8.300.000	18.000.000
Rutil	TiO ₂ içeriği	45.000	87.000
Soda Külü (Doğal)		24.000.000	40.000.000
Sodyum Sülfat		3.300.000	4.600.000
Stronsiyum*	Sr içeriği	6.800.000	12.000.000
Talk+Piropillit		RÇ	RÇ
Vanadyum*	V içeriği	13.000.000	38.000.000
Zirkon*	ZrO ₂ içeriği	51.000.000	77.000.000

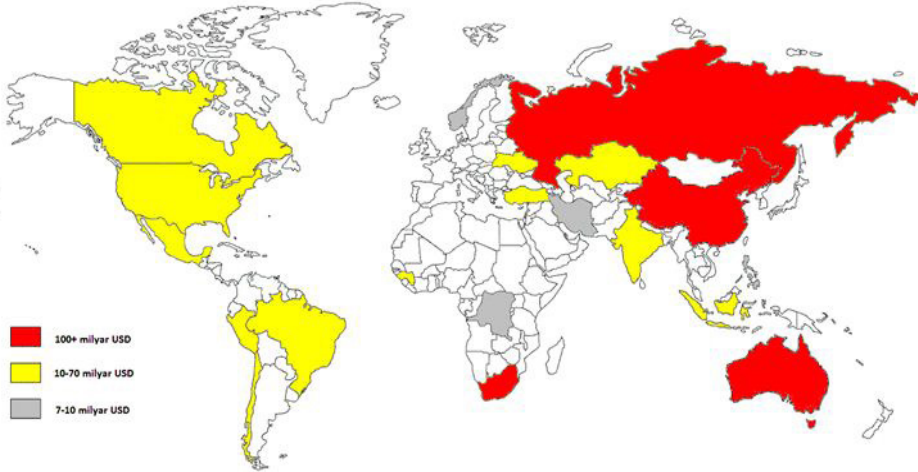
* : Satırdaki değerler Ton olarak verilmiştir.

** : ETİ Maden Verilerine Göre B₂O₃ Bazlı Dünya Toplam Bor Rezervi; 1.201.200 bin tondur. Bu rezervin %72'sini oluşturan 866.000 bin tonu ülkemizdedir.



Şekil 1. Dünya maden üretimi (maden gruplarına göre) (World Mining Data, 2017)

Alüminyum tüketimi 6.800 tondan 24,54 milyon tona yükselerek yaklaşık 3.600 kat, bakır tüketimi ise 495 bin tondan 14 milyon tona yükselerek 28 kat artmıştır. Dünyada ve Türkiye’de üretilen madenlerin ticari değer dağılım haritası Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Dünyada ve Türkiye’de üretilen madenlerin ticari değer dağılım haritası

3. TÜRKİYE’NİN YERALTI ZENGİNLİKLERİ POTANSİYELİ

Ülkemizin karmaşık jeolojik ve tektonik yapısı çok çeşitli maden yataklarının bulunmasına olanak sağlamıştır. Dünyada ticari değeri olan 90 çeşit madenin 77’si ülkemizde bulunmakta olup, 60 civarında maden türünde üretim yapılmaktadır. Ülkemiz 50 çeşit maden türünde zengin veya çok zengin kaynaklara sahip konumdadır. Türkiye, 132 ülke arasında toplam maden üretim değeri itibarıyla 28’inci sırada, maden çeşitliliği açısından ise 10’uncu sırada bulunmaktadır.

Ülkemizin, maden kaynakları ve çeşitliliği bakımından kendi kendine kısmen yeterli olan ülkeler arasında yer aldığı söylenebilir.

Dünya rezervleri içerisinde; bor rezervlerinin %72'si, perlit rezervlerinin %50'sinden fazlası, doğaltaş (mermer) rezervlerinin %33'ü, bentonit rezervlerinin %20'si, feldispat rezervlerinin %10'undan fazlası ülkemizde bulunmaktadır. Zengin olduğumuz diğer madenler; pomza, manyezit, trona, kayatuzu, alçıtaşı, kireçtaşı, barit, fluorit, stronsiyum tuzları, zeolit, sepiyolit (lületaşı), kuvars-kuvarsit, krom, civa, lantan ve toryumdur. Ülkemizde enerji hammaddeleri içinde yer alan katı fosil yakıtların en önemlisi kömür olup dünya rezervleri içerisinde %1,9'dan fazla bir pay oluşturmaktadır. Türkiye jeotermal kaynak potansiyeli bakımından ise Avrupa'nın 1'nci, Dünyanın 7'nci, ülkesi konumundadır.

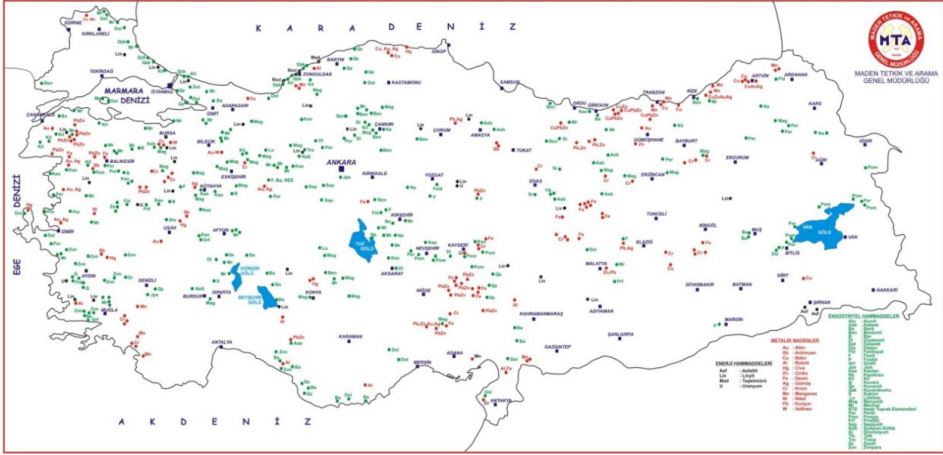
Türkiye, üretilen maden değeri bakımından (mineral yakıtlar dışarıda bırakıldığında) ilk 20 ülke arasında yer almaktadır. Madencilik sektörünün GSYH (Gayri Safi Yurtiçi Hasıla) içindeki yeri Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Madencilik sektörünün GSYH içindeki yeri

Ülkemizde üretilen maden ürünleri, inşaat sektöründe ve sanayide hammadde olarak tüketilmekte olup, ülkemiz ekonomisine ciddi katma değerler sağlamaktadır. Türkiye'nin ihraç ettiği başlıca madenler doğaltaş (mermer), bor konsantreleri ve ürünleri, krom, sodyum feldspat, manyezit, bakır, çinko, alçı, barit ve pomza iken ithal edilen önemli madenler arasında kömür, demir, doğaltaş, fosfat, bakır, manyezit, potasyum feldispat, krom, kükürt, silis kumu ve grafit sayılabilir. Türkiye'nin yeraltı zenginlikleri dağılım haritası Şekil 4'te verilmiştir.

Ülkemizde maden arama amaçlı; 2002 yılına kadar MTA yılda 25-30 bin metre, özel sektör 80-100 bin metre, toplamda yaklaşık 100-150 bin metre sondaj yapılmaktaydı. 2017'den önce son dönemlerde MTA yılda 300-400 bin metre, özel sektör 1 milyon metre, toplamda 1,5 milyon metre sondaj yapılmıştır. Ülkemizde Cumhuriyet tarihinden bugüne maden arama amaçlı yaklaşık 20 milyon metre sondaj yapılmıştır. 2017 yılında ise sadece MTA yaklaşık 1 milyon metre sondaj gerçekleştirmiştir. Ülkemiz maden arama amaçlı sondaj miktarı yılda 5 milyon metre civarında hedeflenmektedir.



Şekil 4. Türkiye'nin yeraltı zenginlikleri dağılım haritası

MTA Genel Müdürlüğü tarafından kuruluşundan bu yana bulunan veya rezervleri geliştirilen başlıca madenler; altın 1.100-1.200 ton (metal), gümüş 5.740 ton (metal), çinko 1.9 milyon ton (metal), kurşun 995.000 ton (metal), krom %20'lik Cr₂O₃ rezervi 26,6 milyon ton, düşük tenorlü 400 milyon ton, demir 124,7 milyon ton (%51-60 metal Fe), 1.364 milyar ton (%14-52 metal Fe-K'lu) sorunlu rezerv, bakır 3 milyon ton (metal), bor 3.269.398.870 ton, manyezit 107 milyon ton, kömür 17,4 milyar ton, trona 836 milyon ton, kaolen 89 milyon ton, kil (seramik+refrakter) 420 milyon ton, kuvars kumu 1,9 milyar ton, kuvarsit 7,7 milyar ton, doğaltaş (mermer) 5,1 milyar m³, bentonit 241,5 milyon ton, dolomit 19,8 milyar ton, feldispat 429 milyon ton, kaya tuzu 5,7 milyar ton, hafif yapı malzemeleri 7,2 milyar m³ (perlit, pomza), alçı taşı 1,8 milyar tondur. Türkiye maden rezervleri Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. Türkiye Maden Rezervleri

TÜRKİYE MADEN REZERVLERİ*		
Cinsi	Rezerv (Gör+Muh) (Ton)	Açıklamalar
Altın	328	Metal Au (potansiyel 560 ton)
Alümit	3.974.860	%7.54 K ₂ O
Antimuan	99.306	Metal Sb
Asbest	29.646.379	Değişik lif boylarında, lif yüzdesi %4'ün üzerinde
Asfaltit	82.000.000	AID: 2876-5536 Kcal/kg
Bakır	1.462.580	Metal Cu
Barit	34.222.792	%71-99 BaSO ₄
Bentonit	241.519.504	Sondaj+döküm+ağartma
Bitümlü Şist	1.641.381.000	Or.AID 541-1390 Kcal/kg
Boksit	68.910.000	%55 Al ₂ O ₃ (25.667.000 Metal Al)
Bor	3.052.568.000	%24.4-35 B ₂ O ₂ (Gör+Muh+Müm)
Civa	3.820	Metal Hg
Çinko	1.659.502	Metal Zn
Demir	113.252.000	%55 Fe (82 458 750 t metal Fe)
Diatomit	44.001.040	iyi kalite
Disten	3.840.000	%21-52 Al ₂ O ₃
Dolomit	19.817.124.196	%15 MgO ve Üzeri
Feldspat	372.790.701	Albit ve Ortoklaz
Fosfat	70.500.000	%19 P ₂ O ₃
Flaorit	2.530.694	%40-80 CaF ₂
Grafit	86.736	2-17 C
Gümüş	5.740	Metal Ag
Kaya Tuzu	5.157.036.177	%88,5 üzeri NaCl içerikli (200.000.000 tonu göl rezervi)
Kaolen+illit+ Halloysit	420.647.806	%15-37 Al ₂ O ₃
Kil (Ser+Ref)		Seramik+Refrakter kili
Krom	26.637.873	%20 üzeri Cr ₂ O ₃
	198.100.000	%5.34 Cr2O3 ortalama tenörlü
Kurşun	795.201	Metal Pb
Kuvars Kumu	1.884.208.585	%90 üzeri SiO ₂
Kuvarsit	2.460.735.184	%90 üzeri SiO ₂
Kükürt	625.700	%32 S
Linyit	12.000.000.000	AID: 868-5000 kcal/kg
Lületaşı	1.483.670	iyi, orta kalite (Sandık)
Manganez	3.200.000	%34.54. Mn (Metal Mn içeriği 1.576.000)
Manyezit	106.673.833	%41-48 MgO
Mermer	5.137.342751	m3 toplam potansiyel rezerv (13.933 mil.ton)
Molibden	372.657	(0ç5-0ç27 Cu eşdeğeri, 0,01-0,0176 Mo; Gör+Muh+Müm)
Nikel	39.500.000	Lateritik (%1.34 Ni, 0,042-0,0,060 Co)
	179.000	Sülfür (%1-4 Ni)

Tablo 3.1. Türkiye Maden Rezervleri (Devamı)

Cinsi	Rezerv (Gör+Muh) (Ton)	Açıklamalar
Olivin+Dunit	190.000.000	İyi Kalite Potansiyel rezerv
Perlit	5.688.021.716	Değişik genleşme oranlarında
Pomza	1.397.786.725	(m3) iyi kalite
Profillit	6.644.000	Seramik+refrakter+çimento
Sepiyolit	13.535.374	%50 üzeri Sepiyolit içerikli
Sodyum Sülfat	11.050.467	%81 NaSO ₄ (13.040.000 tonu göl rezervi)
Stronsiyum (Sölestin)	347.101	%72 Üzeri SrSO ₄
Talk	427.574	iyi kalite
Taşkömürü	1.126.548.000	iyi kalite
Titan	161.348.413	%0,87-0,98 TiO ₂ (Görünür-plaser) SAKARYA-KARASU
	5.131.969	%4,95 TiO ₂ (Görünür-Primer) MANİSA-ALAŞEHİR
Toryum	380.000	%0.21 ThO ₂
Trona	836.283.891	%56 üzeri Trona
Uranyum	9.129	%0.05-0.1 U ₂ O ₂
Vanadyum	41.346	Seydişehir boksitlerinde %0,05-0,07 V ₂ O ₅ değerlerinde vanadyum saptanmıştır.
Volfram	36.719	Metal W
Vollastonit	31.500.000	Düşük Kalite
Zeolit	344.217.073	Klinopitilolit+Hoylandit (gör+Muh)
Zımpara	3.607.564	iyi kalite

*<http://www.mta.gov.tr/-Güncellenme Tarihi: 01.02.2010>

4. ŞIRNAK İLİNİN YERALTI ZENGİNLİKLERİ

4.1. Coğrafik Konum ve Genel Jeolojik Özellikler

Şırnak ili batı kesiminin bir bölümü Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Dicle Bölümünde yer alırken; geri kalan bölümü ise Doğu Anadolu Bölgesi içinde kalır. İl, batıda Mardin, kuzeyde Siirt, kuzeydoğuda Hakkari illeri ile güneyde Irak ve Suriye ile sınır komşusudur. Şırnak ilinin batı ve güney kesimindeki bazı düzlükler dışında, büyük bölümü akarsular tarafından derince yarılmış platolar halindedir. Dağlık kesimlerde Güneydoğu Toroslar sistemine bağlı yüksek kütleler vardır. İlin güneyinde Suriye ve Irak sınırına yakın kesimleri hariç çoğunlukla dağlarla kaplıdır.

İlin içerisinde yer aldığı Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı, kuzeyde Toros, güneyde ise Arap Platformu ile sınırlanan Neotetis'in güney kolunun Geç Kretase-Miyosen zaman aralığında kapanması sırasındaki jeolojik olaylar sonucu konumunu kazanmıştır. Bu kuşağın gelişimi, özellikle napların Geç Kretase-Miyosen zaman aralığında göreceli olarak güneye, Arap levhasına doğru hareketini içermektedir. Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı yaklaşık D-B uzanımlı ve birbirlerinden kuzeye eğimli ana bindirme düzlemleri ile ayrılan üç farklı tektonik birlikten oluşmaktadır. Bu tektonik birlikler

kuzeyden güneye doğru Nap Zonu, Yığışım Prizması ve Arap Platformu'dur. Otokton ve allokton kaya birimlerinin yüzelediği Şırnak ilinde; temelde Arap platformunun kuzey uzantısı olan otokton konumlu Güneydoğu Anadolu otoktonuna ait Prekambriyen-Kuvaterner yaşlı platform tip çökeller yer alır. İlin D-KD'sunda (Beytüşşebap) ise otokton birimler üzerinde Çüngüş-Hakkari napına ait kaya birimleri yer almaktadır.

4.2. Bölgesel Jeoloji ve Stratigrafi

Şırnak ilinin büyük bir bölümünde Güneydoğu Anadolu otoktonuna ait Prekambriyen-Kuvaterner yaşlı kayalar yüzeyleyken, ilin doğu-kuzeydoğusunda bölgeye Miyosen'de yerleşmiş olan Bitlis-Pütürge napları yer alır.

Bölgede Güneydoğu Anadolu otoktonu, birbirinden ayrılmamış kumtaşı ve şeyllerden oluşmuş Sadan formasyonu ve Alt Kambriyen yaşlı kuvarsitlerden oluşan Zabuk formasyonu temeli oluşturur. Bu ayrılmamış kırıntılılar üzerinde uyumlu olarak genelde Orta Kambriyen yaşlı dolomit ve kireçtaşından oluşan Çaltepe formasyonu, bu biriminde üzerinde geçişli olarak Üst Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı kırıntılılardan oluşan Seydişehir formasyonu yer alır. Üstte uyumsuz olarak Üst Ordovisiyen yaşlı şeyl ve kumtaşlarından oluşan Bedinan formasyonu, daha üstte ise açısız uyumsuz olarak Üst Devoniyen yaşlı dolomit seviyeli kuvarsit ve silttaşlarından oluşan Yığınlı formasyonu bulunur. Yığınlı formasyonu üzerinde uyumlu olarak Üst Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı dolomit seviyeli kumtaşı ve şeyllerden oluşan Köprülü formasyonu ve Alt Karbonifer yaşlı kireçtaşlarından oluşan Belek formasyonu izlenir. Belek formasyonu üzerinde transgresif olarak Üst Permian yaşlı kuvarsit ara seviyeli karbonatlardan oluşan Gomanibrik formasyonu, daha üstte ise uyumlu olarak Alt Triyas yaşlı Çığlı grubu yer alır. Çığlı grubunda yer yer kireçtaşlarından oluşan Yoncalı formasyonu, şeyl, kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşan Uludere formasyonu ile killi kireçtaşı, şeyl, marn, dolomit ve silttaşı gibi kaya türlerinden oluşan Uzungeçit formasyonu ayırtlanmıştır. Çığlı grubu üzerinde geçişli olarak Orta Triyas-Kretase yaşlı neritik karbonatlardan oluşan Cudi grubu gelmektedir. Cudi grubunun alt kesimini oluşturan Orta Triyas-Liyas yaşlı dolomit ve kireçtaşları Çanaklı formasyonu, üst kesimini oluşturan Orta Jura-Alt Kretase yaşlı karbonatlar Latdağı formasyonu olarak yer ayırtlanmıştır. Çanaklı formasyonu ile Latdağı formasyonu arasında uyumsuzluk izlenir. Cudi grubu üzerinde uyumsuz olarak genelde karbonatlardan oluşan Apsiyen-Erken Santoniyen yaşlı Mardin grubu bulunur. Grup, alttan üste doğru kırıntılı kayalardan oluşan Areban formasyonu (Apsiyen-Albiyen), marn ve şey ile ara seviyeli dolomitlerden oluşan Sabunsuyu formasyonu (Albiyen-Senomaniyen), kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Derdere formasyonu (Senomaniyen), dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı ve çörtlü kireçtaşından

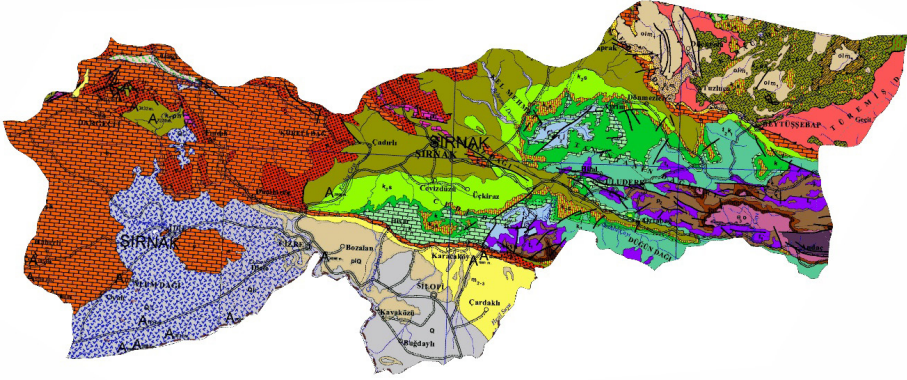
oluşmuş Karababa formasyonu (Koniasiyen-Alt Kampaniyen) olmak üzere dört formasyona ayrılmıştır. Mardin grubunun üzerinde de yine uyumsuz olarak Adıyaman grubu (Kampaniyen) bulunur. Pelajik kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı, killi kireçtaşı, şeyl ve marn gibi kaya türlerinden oluşmuştur. Grup, birbirleriyle yanal ve düşey geçişli Karaboğaz, Ortabağ, Beloka ve Sayındere formasyonları olmak üzere dört formasyona ayrılmıştır.

Adıyaman grubunun üzerine uyumlu olarak Geç Kampaniyen-Erken Maastrichtiyen yaşlı marnlardan oluşan Bozova formasyonu ile Üst Kampaniyen-Alt Maastrichtiyen yaşlı kumtaşı, marn ve kıltaşı gibi kayatürlerinden oluşan Kastel formasyonu yer alır. Orta-Üst Maastrichtiyen-Paleosen yaşlı şeyl, marn, kumtaşı ve miltaşlarından oluşan Germav formasyonu diğer birimleri uyumsuzlukla örter. Germav formasyonu üzerinde ise uyumsuz olarak Alt Eosen yaşlı Gercüş formasyonu ve Eosen yaşlı Midyat grubu gelirken, bunların üzerinde uyumsuz olarak Orta-Geç Miyosen yaşlı kırıntılı kayalardan oluşmuş Şelmo formasyonu yer alır.

Güneydoğu Anadolu otoktonunun üzerinde Kuvaterner yaşlı bazaltlar, alüvyonlar, alüvyon yelpazeleri ve eski akarsu çökelleri izlenir.

Şırnak ilinin jeoloji haritası Şekil 5'te, açıklamaları Şekil 6'da, tektonostratigrafik kesiti ve Şırnak ili madenlerinin litolojik dağılımı ise Şekil 7'de ve verilmiştir.

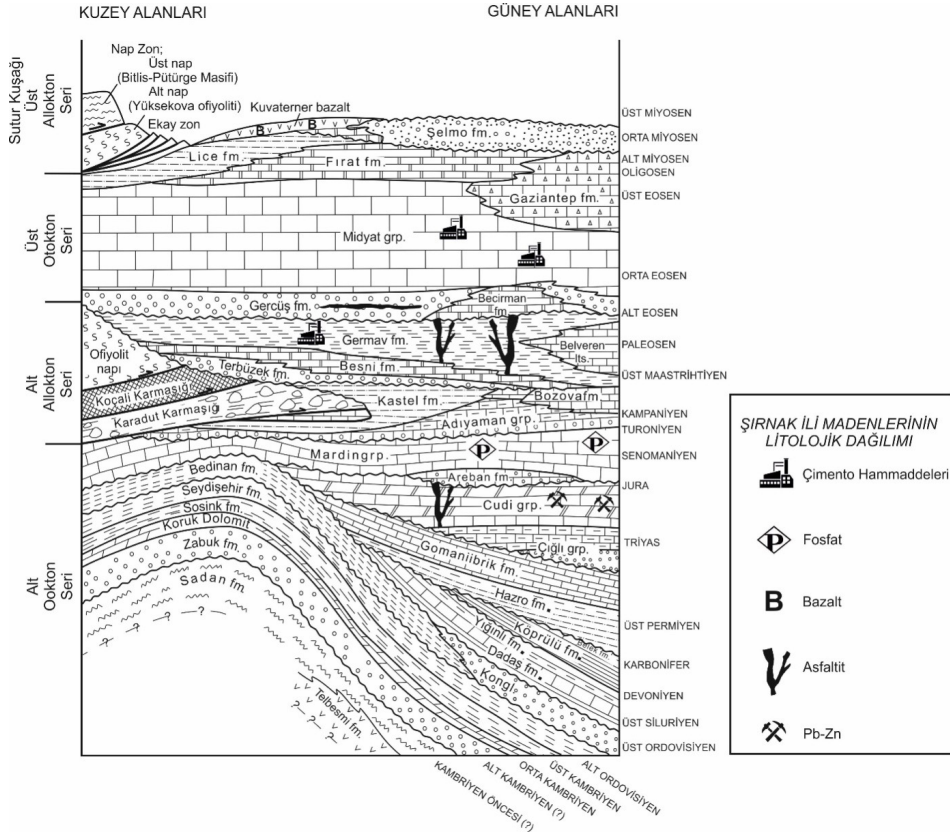
İlin kuzeydoğusunda Güneydoğu Anadolu otokton birimlerini Bitlis-Pütürge napları örter. Bitlis-Pütürge naplarının en alt birimi olan Çüngüş-Hakkari napı, Eosen-Erken Miyosen yaşlı kırıntılardan oluşan Çüngüş formasyonu, Eosen-Oligosen yaşlı kırıntılardan oluşan Urşe formasyonu ve Erken-Orta Eosen yaşlı kırıntılardan oluşan Durankaya formasyonu ile temsil edilir. Birbiri ile tektonik ilişkili olan bu kaya birimlerinden Çüngüş formasyonu en altta, bunun üstünde Durankaya formasyonu, bunun da üstünde Urşe formasyonu bulunur. Daha kuzeyde ise Bitlis-Pütürge naplarına ait Yüksekova napı, Guleman ofiyoliti, Bitlis metamorfileri ve Maden karmaşığı yüzeyler. Şırnak ilinde, kuzey-güney doğrultuda gelişmiş sıkışma rejimine bağlı olarak yaklaşık doğu-batı eksen gidişli antiklinal ve senklinaller ile güneye doğru bindirmeler gelişmiştir.



Şekil 5. Şırnak ili 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası (MTA, 2002).



Şekil 6. Şırnak ili 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası açıklamaları (MTA, 2002).

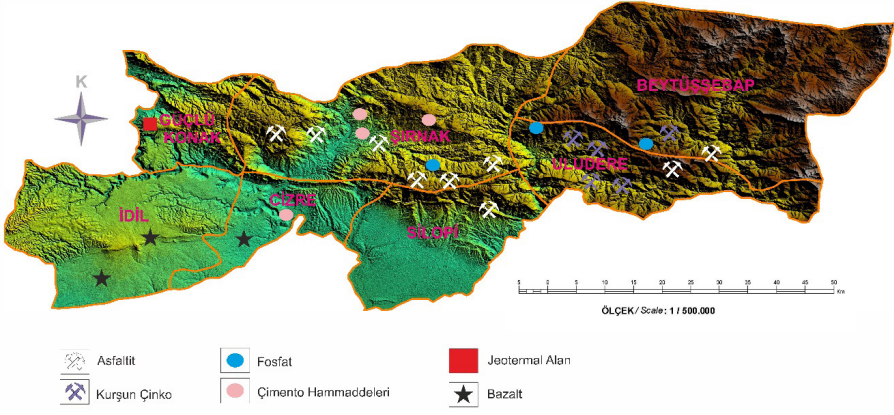


Şekil 7. Kuzeydeki suture zonundan, güneyde Arap Platformunun kuzeyine, GD Anadolu'daki Arap Plakasının genelleştirilmiş tektono-stratigrafisi kesiti ve Şırnak ili madenlerinin litolojik dağılımı (Yılmaz, 1993'ten değiştirilerek).

4.3. Maden Jeolojisi

Güney Doğu Anadolu Orojenik Kuşağı içerisinde yer alan Şırnak ilinde kökensel ve litolojik olarak birbirinden farklı birçok kaya grubu yer almaktadır. Bu kuşak; baz ve değerli metaller, endüstriyel hammaddeler ve enerji hammaddeleri açısından oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Şırnak ilinin maden dağılım haritası Şekil 8'de verilmiştir.

MTA Genel Müdürlüğü tarafından Şırnak ili ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar sonucunda metalik madenler, endüstriyel ve enerji hammaddelerine yönelik oluşumlar tespit edilmiştir. İlde bulunan önemli metalik madenler; Zn-Pb, asfaltitlerin küllerinde bulunan ve yan ürün olarak kullanılabilir V, Ni, Mo ve U_3O_8 'tir. Endüstriyel hammaddeler açısından glokonilli fosfatlar, çimento hammaddesi olarak kullanılmaya elverişli kil ve kireçtaşı kaynakları bulunmaktadır.



Şekil 8. Şırnak ilindeki madenlerin dağılımı

Ayrıca önemli bazalt rezervleri de bulunmakta olup doğaltaş (mermer)/yüzey kaplama taşı, yapıtaşı, kırmataş ve hazır beton katkısı olarak kullanılabilir niteliktedir. Önemli enerji hammaddelerinin başında asfaltit gelirken, petrol de önemli bir potansiyele sahiptir. Jeotermal enerji kaynağı bakımından da yüksek ısı sıcak su kaynakları yer almaktadır.

Türkiye'nin en önemli asfaltit sahaları Güneydoğu Anadolu bölgesindeki Şırnak'ın güneyinde ve Silopi'nin güneydoğusunda bulunmakta olup Şırnak ilinin en önemli madencilik faaliyetlerini oluşturmaktadır. Asfaltitler, petrolün tektonik hareketler sonucu kendi yatağından ayrılarak çevredeki yarık ve çatlaklarda yerleşmesi ve katılaşması sonucu oluşan maddelerdir. Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı'nın güneyinde, Arap plakasının kıvrım kuşağı üzerinde yer alan antiklinal yapılar, Türkiye'nin en önemli petrol sahalarını oluşturmaktadır. Bu antiklinal yapılardan bazıları tektonik hareketler sonunda kırılmış ve Şırnak-Silopi yöresinde gözlemlendiği gibi önemli asfaltit filonlarını oluşturmuşlardır. Şırnak'ın güneyindeki asfaltit filonlarının büyük bir bölümü Geç Kretase-Paleosen yaşlı Germav formasyonu içinde yer alırken az bir bölümü de Mesozoyik yaşlı Cudi karbonatları içerisindedir. Silopi'nin kuzeydoğusundaki asfaltit seviyeleri ise Gercüş formasyonu içerisindedir (bakınız Şekil 7, 8).

Şırnak ili için önemli bir diğer yeraltı zenginliği ise, son yıllarda ihracatta önemli bir yer tutan ve inşaat sektörünün en önemli girdisi olan çimento hammaddeleridir. İl, çimento hammaddeleri yönünden oldukça zengindir. Şırnak ili Merkez ve Cizre ilçelerinde Germav formasyonuna ait marn ve killer ile bölgede değişik yaş konaklarında yer alan kalkerler ve tras malzemesi olarak kullanılabilir Kuvaterner yaşlı bazaltik cürufur en önemli hammadde kaynaklarını oluşturmaktadır.

Şırnak ilinin güneyinde Cizre-Uludere-Ortasu arasında D-B yönünde uzanan Kretase yaşlı Karababa formasyonu glokonili fosfat oluşumları açısından potansiyel oluşturmaktadır. Türkiye'nin en önemli fosfat yatağı olan Mardin-Mazıdağı, ilin batısında ve Karababa formasyonu içerisinde yer almaktadır. Uludere ve çevresi fosfat oluşumları açısından önem arz etmektedir.

Bölgedeki en önemli metalik maden oluşumları Hakkari yöresindeki Pb-Zn yataklarıdır (bakınız Şekil 7, 8). Bu yataklar Mesozoyik yaşlı karbonatlar içerisinde olup non-sülfidik Zn içeren sedimenter-ekzalatif (SEDEX) yataklara benzemekte ve bir kısmı işletilmektedir. Hakkari'den Şırnak'a uzanan Mesozoyik yaşlı karbonatlar, Uludere-Ortasu mevkiilerinde geniş yüzeylemeler sunarlar. Bu karbonatlar içerisinde birkaç farklı lokasyonda Pb-Zn zuhurları mevcuttur. Bu cevherleşmelerin boyutlarının belirlenerek ortaya konulması oldukça önemlidir.

4.3.1. Asfaltit

Şırnak ilinin en önemli yeraltı zenginliği olan asfaltit, petrol kökenli katı bir yakıt olup, yüksek yumuşama noktasına sahip doğal asfalt benzeri bir maddedir. Asfaltit maddelerin yerleşimi petrolün göçüne neden olan; hidrostatik basınç, gaz basıncı, kapilarite, gravitasyon ve sıcaklık gibi etkenlerle ilgili olup bunun sonucu olarak hareket eden sıvı, yarı sıvı durumundaki asfalt, çeşitli kırık ve çatlakları izleyerek yüzeye kadar çıkabilir. Doğada bulunuş şekilleri çeşitli olan asfaltitin Şırnak bölgesinde bulunuş şekli ise fay ve çatlak dolguları biçimindedir.

Asfaltitler; teshinde, boya, vernik, oto lastiği, elektrik yalıtımı, batarya koruyucuları, geliştirilmiş kauçuk, zemin karoları, su geçirmez kablolar yapımlarında ve benzer çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Geçmiş yıllarda MTA Genel Müdürlüğü'nde asfaltitlerden sentetik petrol ile yan ürün olarak amonyak ve hidrojen sülfür, küllerinden ise nikel, molibden, titan, uranyum ve vanadyum gibi nadir element eldesine yönelik teknolojik çalışmalar yapılarak laboratuvar ölçeğinde olumlu sonuçlar alınmış; ancak rezervlerin az olması nedeniyle kurulacak tesisin ekonomik olamayacağı sonucu ortaya çıkmıştır. Yine yapılan araştırmalar, yüksek oranda petrol içeriği olan asfaltitlerin, petrolü alındıktan sonra geriye kalan artığın da katı yakıt olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bilinen asfaltit rezervimiz yaklaşık 82 milyon tondur (Şengüler ve diğ. 2015).

Şırnak bölgesinde bulunan asfaltitler daha çok Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde teshine yönelik ve elektrik enerjisi üretim amaçlı kullanılmaktadır. Bölgedeki asfaltitlere yönelik çalışmalara Genel Müdürlüğümüz tarafından 1964 yılında başlanılmış ve değişik dönemlerde 1988 yılına kadar jeolojik etütler ve TKİ'nin talebi üzerine rezerv tespitine yönelik sondajlı aramalar şeklinde devam etmiştir.

TKİ uhdesinde bulunan 2505 no'lu ruhsat sahası içerisinde bulunan Şırnak asfaltitlerinin işletme hakkı Şırnak Valiliği'ne verilmiştir. Valiliğin talebi üzerine Genel Müdürlüğümüz teknik ekibi tarafından Eylül ayı içerisinde bir değerlendirme çalışması yapılmış olup çalışmalara devam edilecektir.

Bölgede 12 adet asfaltit filonu tespit edilmiş olup bunların en önemlilerinin özellikleri, filon bazında şöyle özetlenebilir;

Avgamasya filonu: Asfaltit filonu üzerindeki çalışmalar, 1964-1983 yılları arasında kesikli olarak sürdürülmüştür. Bu yıllarda toplam 208 adet sondaj yapılmıştır. Sondajlı çalışmaların 137 adedi sığ sondaj olup; asfaltit ön aramaları, işletme vb. amaçlara yönelik olarak yapılmıştır. Diğer 71 adeti arama ve rezerv amaçlı olarak yapılmıştır. Filon çatlak boyu 3500 m olup, filon çatlak genişliği 2.00-75.00 m arasında değişmektedir. Asfaltitin ısı değeri 4191 kcal/kg dır.

Sergürük filonu: Filona ait çalışmalar 1964-1965 yıllarında prospeksiyon, 1966-1967 yıllarında 1/2000 ölçekli haritasıyla 10 adet yarma, 25 adet sığ sondaj, 3 adet dik ve 4 adet eğimli sondaj yapılmıştır. 1988 yılında TKİ Kurumu adına ücretli olarak 12 adet sondaj gerçekleştirilerek toplam sondaj sayısı 44 olmuştur. Filon çatlak boyu 800 m olup, filon çatlak genişliği 0.50-10.00 m arasında değişmektedir. Asfaltitin ısı değeri 4500 kcal/kg dır.

Milli filonu: Filon üzerindeki çalışmalara 1964 yılında MTA tarafından başlanmış, aralıklarla 1974 yılına kadar sürmüştür. Bu çalışmalar sırasında filon üzerinde 23 yarma ve 10 adet eğik sondaj gerçekleştirilmiştir. Filon çatlak boyu 3500 m olup, filon çatlak genişliği 0.30-13.00 m arasında değişmektedir. Asfaltitin ısı değeri 3400 kcal/kg dır.

Karatepe filonu: Filon üzerindeki çalışmalar 1972-74 yılları arasında aralıklı olarak yapılmıştır. 24 adet yarma ve 4 adet eğik sondaj yapılmıştır. Filon çatlak boyu 2950 m olup, filon çatlak genişliği 1.50-12.00 m arasında değişmektedir. Asfaltitin ısı değeri 3695 kcal/kg'dır.

Nivekara filonu: Filon üzerindeki çalışmalar 1972-74 yılları arasında yapılmıştır. Bu süre içerisinde 22 adet yarma ve 6 adet eğik sondaj gerçekleştirilmiştir. Filon çatlak boyu 1285 m olup, filon çatlak genişliği 0.40-11.80 m arasında değişmektedir. Asfaltitin ısı değeri 3400 kcal/kg dır.

Serdahli filonu: Filon üzerindeki çalışmalar 1972-86 yılları arasında yapılmıştır. Bu süreç içerisinde 23 adet yarma ve 9 adet eğik sondaj yapılmıştır. Filon çatlak boyu 2520 m olup, filon çatlak genişliği 0.40-14.30 m arasında değişmektedir. Asfaltitin ısı değeri 2600 kcal/kg dır.

Şu anda asfaltitin verimli olarak kullanıldığı en önemli proje literatür bilgilerine göre; Silopi Elektrik Anonim Şirketine ait Elektrik Üretim Santralinde yakıt olarak kullanımıdır. Asfaltite dayalı akışkan yataklı bu termik santral

3x135 (405) MW kurulu güce sahip olup, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ısınma amaçlı ve çimento ve tuğla fabrikalarında toz kömür olarak da kullanılmaktadır. Geçmiş yıllarda Şırnak bölgesinde özel sektör tarafından termik santral kurulması için fizibilite çalışmaları yapılmıştır.

Şırnak bölgesinde ilk asfaltit arama faaliyetleri 1940 yıllarda Harbul filonunda başlamış olup, diğer filonlara yönelik çalışmalar 1986 yıllarına kadar devam etmiştir. Havzada bulunan Asfaltit filonlarına yönelik rezerv tespit çalışmalarında yarmalar ile sınırlı sayıda dik ve eğik sondaj verileri kullanılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda Şırnak bölgesinde 12 adet Asfaltit filonu tespit edilmiştir. Yine bu çalışmalarda, Slip filonunun diğer filonlardan farklı bir yataklanma gösterdiği belirlenmiştir. Şırnak bölgesinde tespit edilen 12 Asfaltit filonunun Görünür ve Muhtemel Rezerv hesaplamalarında belirli bir derinlik baz alınmıştır.

Şu ana kadar tespit edilen 12 Asfaltit filonunun kalorifik değeri (alt ısı değeri) 2876 ve 5440 kcal/kg arasında değişmekte olup, filonların görünür rezervi 45.473.000, muhtemel Rezervi 28.897.000 ve mümkün rezervi ise 7.579.000 ton olmak üzere toplam rezervi 81.949.000'dur (Ayhan, 2018).

4.3.2. Jeotermal Enerji Kaynakları

Şırnak'ta jeotermal alanların en önemlisi Güçlükonak-Hısta sahasıdır. Bölgede kaynaklardan çıkan sular kaplıca amaçlı olarak kullanılmaktadır. Kaynağın sıcaklığı 63.5 °C, debisi 2 lt/s'dir. Bunların dışında Beytüşşebap-İlıcak kaynağının sıcaklığı 44 °C, Balveren-Besta kaynağının sıcaklığı 27 °C ve İkizce kaynağının sıcaklığı 22 °C'dir. Bölgede TP (Türkiye Petrolleri) tarafından açılan 1.520 m ve 3.830 m derinlikteki kuyularda sıcaklıklar 56-137 °C arasında değişmektedir.

4.3.3. Çimento Hammaddeleri

Geçmiş yıllarda, MTA tarafından Şırnak ili ve çevresinde çimento hammadde etütleri yürütülmüştür. Bu kapsamda detay jeolojik etütler yapılmış (yarma, örnekleme), kalker, marn ve kil ocakları alternatifleriyle birlikte belirlenmiştir. Şırnak ili Merkez ve Cizre ilçelerinde geniş yüzlekler veren Germav formasyonuna ait marn ve killer; bölgede değişik yaş konaklarında yer alan kalkerler ve tras malzemesi olarak bulunan Kuvaterner yaşlı bazaltik cüruflar en önemli hammadde kaynaklarını oluşturmaktadırlar. Jips ihtiyacı ise Beşiri ve Hasankeyf bölgesinde yüzeyleyen Oligosen yaşlı Germik formasyonundan temin edilebilir. Şırnak ili Merkez ve Cizre ilçelerinde geniş yüzlekler veren bu birimlerde çimento hammaddeleri açısından herhangi bir rezerv sorunu bulunmamaktadır.

İlde belirlenen çimento hammaddeleri; Cizre-Cudiyet mahallesi kil yatağı (33.750.000-78.750.000 m³ muhtemel rezerv), Merkez-Toptepe köyü kil yatağı (29.063.500-67.811.500 m³ muhtemel rezerv), Merkez-Çakırsöğüt köyü kireçtaşı

yatağı (79.734.000-186.012.000 m³ muhtemel rezerv), Merkez-Balveren beldesi kireçtaşı yatağı (33.750.000 m³ muhtemel rezerv) şeklinde sıralanabilir.

4.3.4. Bazalt

Şırnak ilinde Suriye sınırında Cizre, İdil ve Nusaybin ilçeleri arasında Midyat grubu üzerinde yer alan ve muhtemelen Alem Dağı'ndan yayılan Kuvaterner yaşlı bazaltlar bulunmaktadır. İdil ilçe merkezinin yakın güneyinde yer alan Alem Dağı volkanik çıkış merkezi gibi görünmekte ve buradan kuzeye, güneye, doğuda Cizre ilçesi yakınlarına ve Suriye topraklarına kadar genç bazalt lavları yayılmıştır. Büyük rezervlere sahip olan bu bazaltlar doğaltaş (mermer)/yüzey kaplama taşı, yapıtaşı, kırmataş ve hazır beton katkısı olarak kullanılabilir niteliktedir. Bazaltların darbe, aşınma, eğilme ve sürtünme dayanımları yüksek olup, atmosferik etkilere karşı da yüksek dayanım göstermektedir. Kullanımları, dayanım ve blok verme özelliğine göre belirlenmekte olup özgün mimari projelerde, iç ve dış mekanların cephe ve zemin kaplamalarında ve parke taşı kullanımı gibi bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca kırma taş olarak, hazır beton levha ve beton travers yapımında da tercih edilmektedir. Bunların yanında; cam seramik ve mineral tabanlı yalıtım sistemlerinde, ev ısıtmasında, bahçe dekorasyonlarında, taş yünü üretiminde, gemi ve denizlerde inşa edilen yapıların duvar yalıtımları ve döşeme işlerinde, yangın çıkış kapılarında, kazan dairelerinde, klima ve baca malzemeleri ve kanallarında, duvar modüllerinde, tank depolarında ve tavan izolasyonlarında da kullanılabilir niteliktedir.

4.3.5. Fosfat

Şırnak ilinin güneyinde Cizre-Uludere-Beytüşebap-Ortasu arasında D-B uzanan Kretase yaşlı Karababa formasyonu, glokonili sedimanter fosfat oluşumları açısından potansiyel alanlar oluşturmaktadır. Fosfatlar, Karababa formasyonunun içerisinde ara seviyeler halinde bulunur. Deniz tabanının zaman zaman alçalıp yükselmesine bağlı olarak ortamın P₂O₅ derişimi ve pH'ının değişmesi çeşitli seviyelerde fosfat çökmesine neden olmuştur. Fosfat kayasının mineral içeriği kollofan, dahlit, kuvars, kalsedon, balık dışkı ve kemikleri, frankolit bileşimi şeklindedir.

Bölgede fosfat seviyesi yayılımlarının faylar nedeni ile düzensiz olması, kalınlığının az olması (15-20 cm), tenör düşüklüğü (% 1.34-1.5 P₂O₅), arazinin sarplığı, kireçtaşı örtüsünün sert ve kalın olması zuhurların ekonomik olmasını engellemektedir. Karababa formasyonundaki fasiyes değişimlerinden ve zuhurun merceksi bir yapı göstermesinden dolayı, derine doğru kalınlaşması her zaman ihtimal dahilindedir. Şırnak bölgesindeki fosfat zuhurları, Mardin-Mazıdağı fosfat yatağı ile aynı özelliklere sahip olup aynı kuşağın doğu uzantısı konumundadır. Bu nedenle Şırnak bölgesindeki Kretase yaşlı Karababa formasyonu içinde yer alan fosfat oluşumlarının değerlendirilmesi ülke ekonomisi için önem arz etmektedir.

Ayrıca mineralojik yönden Mazıdağı'ndaki dahlit ve kolofan gibi minerallerin bünyelerindeki U, V, F, Y, Yb, NTE içeriği, Şırnak ilindeki fosfat zuhurlarında da araştırılmalıdır.

4.3.6. Kurşun-Çinko

Şırnak ilinin doğusunda bulunan Hakkari yöresindeki Pb-Zn yatakları bölgenin en önemli metalik madenlerini oluşturur. Bu yataklar Mesozoyik yaşlı karbonatlar içerisinde olup non-sülfidik Zn içeren sedimenter-ekzalatif (SEDEX) yataklara benzerdir ve bir kısmı işletilmektedir. Hakkari bölgesinde bu cevherleri zenginleştirmeye yönelik tesislerin kurulduğu ve faaliyet gösterdikleri bilinmektedir. Hakkari'den Şırnak'a uzanan Mesozoyik yaşlı karbonatlar, Çukurca-Ortasu-Uludere mevkiilerinde geniş yüzeylemeler sunarlar. Bu karbonatlar içerisinde birkaç farklı lokasyonda Pb-Zn zuhurları mevcuttur. Son yıllarda Pb-Zn üretiminin yaklaşık 200 bin tona ulaştığı tahmin ediliyor olmasına karşın rezerv bilgisi yoktur. Şırnak ili Uludere ilçesi mevkiinde 5 farklı lokasyonda (Uludere, Işıkveren, Küçükkaya, Yeşilyuva ve Ortabağ) Pb-Zn zuhurları tespit edilmiştir (Hanelçi ve diğ., 2018). Bu cevherleşmelerin boyutlarının belirlenerek ortaya konulması oldukça önemlidir.

Santoro ve diğ. (2013), Tetis Metalojenik Kuşağı içindeki diğer non-sülfidik Zn-Pb yatakları konteksti içinde Hakkari bölgesindeki yatakları inceleyerek, burada hem sülfidik hem de non-sülfidik cevherin Jura yaşlı Cudi grubunun karbonat kayalarları içinde bulunduğunu belirlemişlerdir. Yataklanmaların yaşı belirlenmemekle beraber, ana ayrışmanın Üst Tersiyerde Üst Miyosen ve Alt Pliyosen aralığında gerçekleşmiş olabileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, Hakkari yöresindeki cevherleşmeleri süperjen non-sülfidik yatakların “direkt ornatım” ve “yan kaya ornatımı” tiplerine dahil etmişlerdir. Yatakta ayrıca As-Sb-T (Hg)'ın jeokimyasal birlikteliği belirlenmiş, bununda birincil cevherleşmenin tipik MVT cevherleşmelerinden oldukça farklı olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir (Santoro ve diğ., 2013; Özbek, 2014). Şırnak ilinde yüzeyleyen cevherleşmelerin de benzer özelliklere sahip olduğu düşünülmektedir.

Cevherleşmeler, genellikle üstte limonit ve simitsonit-zinkitin hakim olduğu, yer yer galenitin de eşlik ettiği oksitli-karbonatlı zon ile başlayıp alta doğru sülfürlü cevherleşmeye geçmektedir. Cevher minerali olarak; simitsonit, sfalerit, zinkit, hidroznit, pirit ve galen izlenirken cevherleşmelere barit eşlik etmektedir. Yan kayalarda ise dolomitleşme ve limonitleşme gibi alterasyonlar gelişmiştir.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizin karmaşık jeolojik yapısı çok çeşitli maden yataklarının oluşumuna olanak sağlamıştır. MTA tarafından yapılan bir araştırmaya göre günümüzde dünyada ticareti yapılan 90 çeşit hammadeden bugüne kadar sadece 13'ünün ülkemizde varlığı saptanmamıştır. Türkiye, madencilik ürünleri açısından

ithalatçı konumunda olup, özellikle ham petrol ve doğal gazdaki ithalat bağımlılığı dikkate alındığında, Türkiye'nin ithalatçı niteliği çok daha belirgin bir nitelik kazanmaktadır. Ülkemizde olduğu gibi bölgede de madencilikte üç ana bileşenin; yenilikçi, çevreye duyarlı ve nitelikli insan gücü olduğunu dikkate aldığımızda, yerli kaynaklarımızın değerlendirilmesinin önünde bir engel kalmayacaktır.

Enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılık, enerji ve madencilik teknolojilerinde de görülmektedir. Bu nedenle Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yerli üretimi öne çıkaracak şekilde "Milli Enerji ve Maden Politikası" hazırlanmış ve uygulamaya konulmuştur.

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Şırnak, coğrafik konumu, yeraltı zenginlikleri, kültürel varlıkları bakımından ülkemizin önemli illeri arasında yer almaktadır. Şırnak, maden ve enerji kaynakları bakımından zengin olup, maden kaynaklarının başında asfaltit, kurşun-çinko, fosfat, çimento hammaddeleri ve bazalt rezervleri yer alır. Türkiye'nin en önemli asfaltit sahaları Şırnak'ın güneyinde ve Silopi'nin güneydoğusunda yer alır. Şırnak il merkezi ve Silopi ilçesindeki asfaltit filonlarının ekonomik büyüklükleri, bu bölgenin sadece Türkiye'de değil dünya sıralamasında da önemli bir yer tutmasını sağlamıştır. Ayrıca enerji kaynağı olarak ham petrol ve yüksek ısılı jeotermal kaynakların bulunduğu Şırnak, bu rezervlere sahip Türkiye'deki ender illerden biridir. Şırnak'ta yer alan asfaltit rezervleri stratejik öneme sahip olup, yüksek enerji talebi olan ülkemizin bu sektördeki konumunu güçlendirmesi bakımından bu asfaltitlerin bölgede kurulacak yeni akışkan yataklı santrallerle ekonomiye kazandırılması elzemdir.

Şırnak'ta bir çimento fabrikası kurulması hususu yıllardan beri dile getirilmiş ancak bir türlü hayata geçirilememiştir. Son yıllarda gerek iç piyasa gerekse dış piyasada önemli bir yer tutan ve inşaat sektörünün en önemli girdisi olan çimento için gerekli hammaddeler Şırnak ilinde oldukça zengindir. Şırnak ilinde işsizlik oranının oldukça yüksek olduğu düşünüldüğünde bu ildeki hammadde kaynağını ve beşeri potansiyeli değerlendirebilecek bir çimento fabrikasının kurulmasının önemi anlaşılmaktadır.

Enerji ve maden kaynakları için oluşturulan bu politikalar; enerji arz güvenliği, enerji ve doğal kaynaklarda öngörülebilir piyasalar ve yerlileştirme temaları gözetilerek belirlenmiştir. Bu politikaların hayata geçirilmesi için ilgili stratejiler belirlenmiş ve bu doğrultuda hedefler ortaya konmuştur. Bu hedeflerin başında, potansiyeli yüksek olan büyük kömür havzalarının elektrik üretim yatırımlarına açılması ve bu kapsamda her saha için uygun olan yatırım ve finansman modelinin geliştirilmesi gelmektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ayhan, M., 2018, Şırnak asfaltit (kömür) havzasının mevcut durumu ve değerlendirme stratejileri. Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Sunumu, 22-24 Mart 2018, Şırnak.
- Hanelçi, N., Öztürk, H. and Kasapçı, C., 2018, Mineral Resources Of Turkey, Chapter 11. Carbonate-Hosted Pb-Zn Deposits of Turkey (in press).
- MTA (Maden Tektik ve Arama Genel Müdürlüğü), 2002, Türkiye Jeoloji Haritası – Cizre Paftası. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Özbek, A., 2014, Orta ve Doğu Toroslarda Bulunan Karbonat Yan Kayaçlı Pb-Zn Cevher Oluşumlarının Alterasyon Mineralojisi ve Duraylı İzotop Nitelikleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 101, İstanbul.
- Santoro, L., Boni, M., Herrington, R., and Clegg, A., 2013, The Hakkari nonsulfide Zn–Pb deposit in the context of other nonsulfide Zn–Pb deposits in the Tethyan Metallogenic Belt of Turkey. *Ore Geology Review* 53, 244-260.
- Şengüler, İ., Kara, İ., Bulut, Y., Yapıcı, E., Karabağ, E., Taka, M., Özdemir, M. ve Dümenci, S., 2015, Coal Exploration in Turkey: MTA Projects and New Discovered Lignite Fields. Abstracts Book, 12-13, İstanbul.
- World Mining Data, C. Reichl, M. Schatz, G. Zsak, Volume 32 Minerals Production Vienna 2017. International Organizing Committee for the World Mining Congresses. <http://www.wmc.org.pl/sites/default/files/WMD2017>.

LİNYİTLERDEN TEKNOLOJİK ÜRÜN ELDESİNİN ALTERNATİFLİ OLARAK ARAŞTIRILMASI

İsmail Bentli¹

Aydan Aksoğan Korkmaz²

ÖZ

Ülkemizde linyitin önemi ve rezervleri giderek artmaktadır. Bunun en önemli nedenleri her bölgede yaygın olarak bulunması ve giderek enerjiye olan talebin artmasıdır. Linyitlerin ham olarak kullanılmasının ekonomik olmaması nedeniyle, farklı sektörlerde değerlendirilmelerine bağlı olarak alternatif yöntemlerin araştırılması gerekmektedir. Son yıllarda gelişen gravite yöntemleriyle ince boyutta ayırmadan sonra, birikitleme, düşük sıcaklık karbonizasyonu (piroliz) yöntemleriyle gazlaştırma ve sıvılaştırma ürünlerinin değerlendirilmesine yönelik alternatiflerin araştırılması giderek yaygınlaşmaktadır. Bununla beraber oksitlenmiş ve çok düşük kaliteli linyitlerin alkali liç yapılarak organik gübre yapılması da değerlendirilmesi gereken alternatifler arasında durmaktadır. Dolayısıyla hangi linyite hangi teknolojilerin uygulanacağı kapsamlı laboratuvar araştırmaları sonucunda belirlenmelidir. Önemli bir potansiyel olan Şırnak asfaltitlerinin de bu yönde araştırılması ve geliştirilmesi önemli kazançlar sağlayabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Linyit, Hazırlama, Teknolojik ürün, Karbonizasyon.

Alternative Investigations of Technological Product from Lignites

ABSTRACT

The prevalence and reserves of lignite is increasing in our country. The most important reasons for this are the widespread availability of each region and the increasing demand for it. Because it is not economical to use lignite raw, it is necessary to investigate alternative methods depending on their evaluation in different sectors. Gravitational methods, briquetting, advanced combustion systems, gasification and liquefaction methods that have been developing in recent years are becoming increasingly widespread. Also, alkali leaching of very

1 İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Malatya, ismail.bentli@inonu.edu.tr

2 İnönü Üniversitesi, Malatya MYO, Maden Teknolojisi, Malatya, aydan.korkmaz@inonu.edu.tr

low-quality oxidization lignite and organic fertilzer is an alternative to evaluate. Therefore, which technologies will be applied to lignites should be determined as a result of extensive laboratory investigations. The research and development of Sırnak asphaltites, which is an important potential, can provide significant benefits.

Keywords: Lignite, Washability, Technological product, Carbonization.

1. GİRİŞ

Enerji ve teknolojilerinin üç temel bileşeni olan enerji kaynağı, teknik ve ekonomik uygulanabilirlik ve çevre dostu olması sürdürülebilir gelişim için zorunludur. Ülkemiz; birincil enerji kaynaklarından (petrol, doğal gaz ve elektrik enerjisi vb) yaklaşık %73 oranında, enerji teknolojileri açısından çok daha büyük bir oranda dışa bağımlıdır. Gelecek 20-25 yıl içerisinde dünyadaki enerji yatırımları miktarının 12 trilyon Euro; Türkiye'nin Dünyanın %1 ini temsil ettiği varsayımı ile ulusal düzeyde 120 Milyar Euro yatırım olacağı öngörülmektedir.

İklim değişikliği dünyanın önündeki en ciddi problem olarak durmaktadır. Bu kapsamda enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanımı, yüksek verimli ve çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanması (yenilenebilir enerji, temiz kömür teknolojileri vb.) büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla endüstrimizin gerek ulusal pazardan ve gerekse global pazardan pay almada teknolojik rekabet gücü arttırılmak zorundadır.

Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne göre ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde yerli kaynakların payının artırılması öncelikli hedef olarak belirlenmiştir. 2005-2015 yılları arasında yaklaşık 7,38 milyar ton rezerv artışı sağlanmıştır. 2005 yılında 8,3 milyar ton olan linyit rezervleri 2015 yılı sonu itibariyle 15 milyar tonu aşmıştır (www.enerji.gov.tr).

Türkiye'de 2010 yılında elektrik enerjisi üretiminin %45,9'u doğal gazdan, %24,5'i hidrolik kaynaklardan, %16,9'u linyitten, %6,9'u ithal kömürden, %2,4'ü fuel-oil'den, %1,4'ü rüzgârdan ve diğer kaynaklardan üretilirken, 2016 yılında kömüre dayalı santrallerden toplam elektrik üretimi içerisindeki payı %33,9 düzeyine tedrici olarak yükselmiştir.

Bu kapsamda, elektrik üretiminde doğal gazın payının %30'un altına indirileceği, bilinen linyit ve taşkömürü kaynaklarının 2023 yılına kadar elektrik enerjisi üretimi amaçlı değerlendirilmiş olacağı (buna Şırnak asphaltitleri de dahil) elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında yerli ve yenilenebilir kaynaklar öncelikli üzere kaliteli ithal kömüre dayalı santrallerden de yararlanılacağı öngörülmektedir.

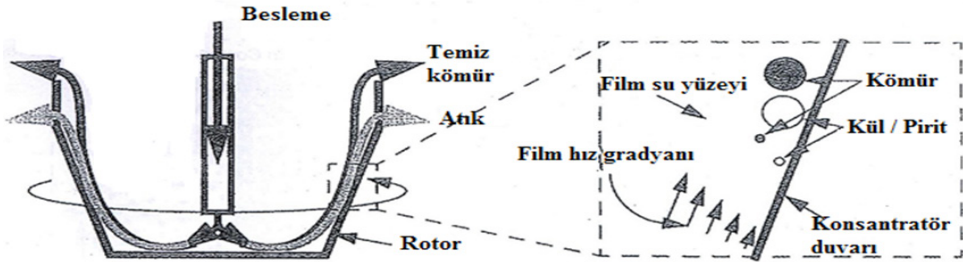
2. LİNYİTLERDEN ALTERNATİFLİ TEKNOLOJİK ÜRÜNLER

2.1. İleri Kömür Yıkama Yöntemleri

2.1.1. Falcon konsantratör

Falcon konsantratörü, ince taneli kömürlerin temizlenmesinde kullanılan etkin bir gravite ayırıcısıdır. İnce boyuttaki kömürden kükürdün uzaklaştırılmasında, köpük flotasyonu yerine son zamanlarda Falcon konsantratör gibi gravite ayırıcıların kullanıldığı da görülmektedir (Tao vd., 2006; Can vd., 2010; Oruç vd., 2010; Zhang vd., 2011; Boylu, 2013; Boylu 2014).

Falcon cihazı (Şekil 1), temel olarak bir ayırma oluğu ile devamlı çalışan bir santrifüjün kombinasyonudur. Çok yüksek dönme hızı ve buna bağlı olarak yüksek merkezkaç kuvveti nedeni ile farklı yoğunlukta olan çok küçük tanelerin ayırımında kullanılmaktadır (Falconer, 2003). Üstten beslenen malzeme, dönüş hareketinin yarattığı yüksek merkezkaç kuvvetinin etkisi ile yoğunluk farkına göre konik gövdede tabakalaşmaktadır. Malzeme üst bölgeye ulaştığında yoğunlukça yüksek olan mineraller, yatay dairesel akordeon şeklindeki toplayıcıda birikmekte, birikmiş malzeme belirli aralıklarla yıkanarak buradan alınmaktadır (Kemal ve Arslan 2010, Yıldız, 2014). Falcon konsantratör özellikle çok ince boyutlu kömürler için uygun olan bir gravite zenginleştirme yöntemidir. Dönme hızı, su basıncı ve pülp te katı oranı Falcon konsantratörün ayırma etkinliğinde önemli rol oynayan faktörlerdir (Xia vd., 2015).



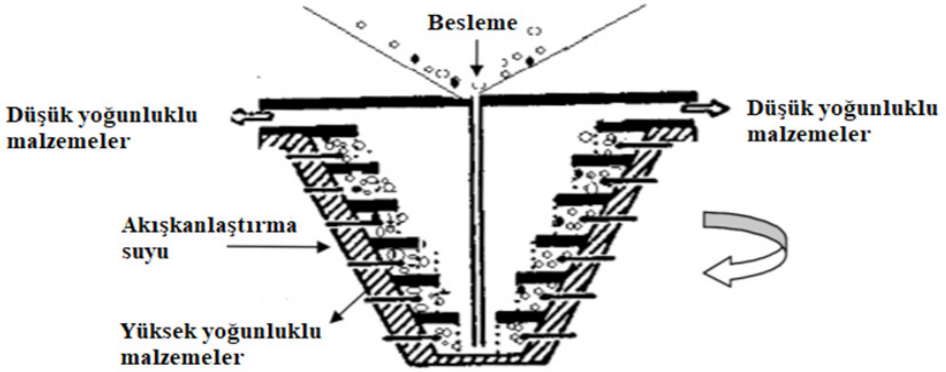
Şekil 1. Falcon konsantratörün çalışma prensibi (Kawatra ve Eisele, 2001)

Göreceli olarak basit mekanizması, yüksek kapasitesi ve 15-20 mikron altındaki tanelerde başarılı olması Falcon konsantratörün en önemli avantajlarıdır, ayırma yüzeylerinin görülememesi ve cihazın tıkanmaması için besleme esnasında elek gerektirmesi dezavantajlarıdır (Falconer, 2003; Majumder ve Barnwal, 2006).

2.1.2. Knelson konsantratör

Standart Knelson ayırıcısı, 6 mm ya da daha az üst besleme boyutuyla çalışabilmektedir. Basit yapısı, yüksek kapasite, geniş tane boyutu aralığında çalışabilmesi ve çok yüksek zenginleştirme oranlarında ayırım yapabilmesi ve şlam uzaklaştırmaya gerek duymadan malzemeyi zenginleştirilmesi en önemli avantajlarıdır (Celep vd., 2006).

Knelson konsantratör dönme işlemini gerçekleştiren üniteyle birlikte, yüksek hızda dönen bir yataktan oluşmaktadır (Şekil 2). Yerçekimi ivmesinin yaklaşık 60 katı kadar santrifüj kuvvet oluşturabilmektedir. Üstten beslenen pülpten santrifüj kuvvetinin etkisiyle ağır taneler konsantre olarak yatağın oluklarına takılmaktadır. Yoğunluğu yüksek olan bu mineraller, spiral tabanına yerleştirilmiş pinç valflerin belirli aralıklarla kısa süreli açılmalarıyla ortamdaki alınmaktadır. Gang mineralleri ise atık olarak pülpün üst akışıyla birlikte atılmaktadır. Besleme, konsantratörün haznesi içine düşey olarak %0-70 pülp yoğunluğunda yapılabilmektedir. Haznenin dibinde beslemeyi dağıtan bir pervane bulunmaktadır (Knelson ve Jones, 1993; Yıldız, 2014; Majumder vd., 2007).



Şekil 2. Knelson konsantratörünün şematik görünümü (Majumder vd., 2007)

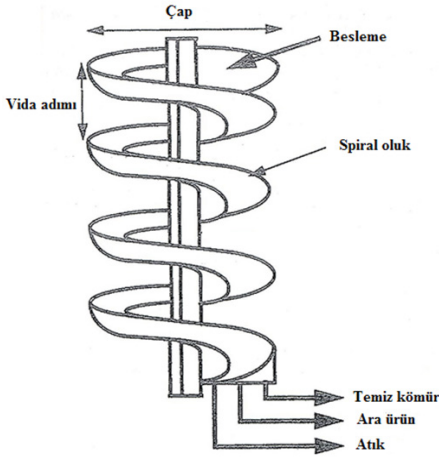
Dönme hızı, pülp yoğunluğu, pülp miktarı, pülpteki katı oranı, su debisi, pinç valflerin açma-kapama ve açık kalma süreleri Knelson konsantratörünün ayırma etkinliğinde önemli rol oynayan faktörlerdir.

2.1.3. Reichert spirali

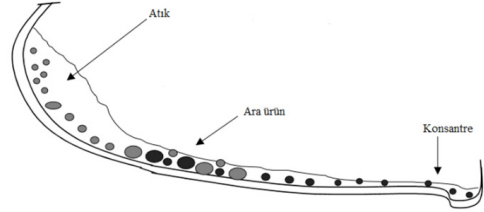
Reichert spirali basit bir açıklamayla, bir oluğun, düzenli şekilde spiral olarak kıvrılmasıyla üretilmiştir. Diğer bir ifadeyle, Reichert spirali modifiye edilmiş yarı dairesel kesitli uzun bir oluktan oluşmaktadır. Ortalama 20-30 cm hatve yarıçapına, hatveler arasında ise 30-35 cm yükseklik farkına sahiptir. Bir spiralde en az 5 hatve bulunmaktadır (Yıldız, 2014). Reichert spiralinde

zenginleştirme mekanizması karışık olmakla birlikte, farklı yoğunluktaki minerallerin ayrılmasında, tabaka halinde akan su ve merkezkaç kuvvetinin birlikte etkisi söz konusudur. Bunun yanında tanelerin farklı terminal çökeltme hızları, akan malzeme yatağında ara boşluklardan sızma ve engelli çöküş şartları da ayırmada etkili olmaktadır (Şekil 3).

Spiralin üstünde bulunan besleme olduğundan homojen bir şekilde beslenen cevher-su karışımı (pülp), tabaka halinde aşağıya doğru akmaktadır. Tabaka halinde akan akışkan ortamda tanelerin hareketine bağlı olarak iri ve ince ağır tanelerin yavaş hareketi, ince ve iri hafif tanelerin ise hızlı hareketi ile birlikte merkezkaç kuvvetinin bileşke etkisi sağlanmaktadır. Merkezkaç kuvveti nedeniyle aşağıya doğru akan tabaka kalınlığı hatve merkezine yakın kısımlarda ince, merkeze uzak yan kısımlarda ise kalındır (Şekil 4). Bu durumda iri ve ağır mineral taneleri merkeze yakın kısımda toplanırken, ince ve hafif mineral taneleri ise dış duvarlara doğru hareket etmektedir.



Şekil 3. Reichert spiralinin genel görünümü (Kawatra ve Eisele, 2001)



Şekil 4. Bir spiral hatvesinde taneciklerin hareketinin görünümü (Falconer, 2003)

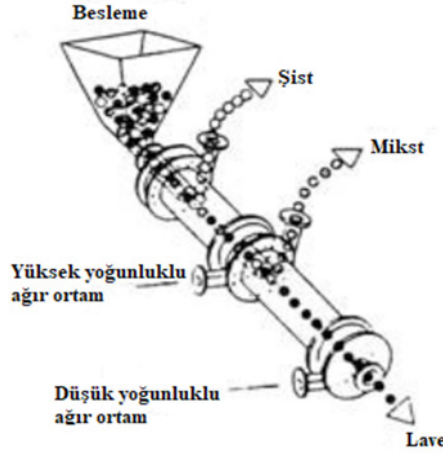
Reichert spiralinde hafif parçacıklar hatvenin çevresine yakın kısımda toplanırken, ara ürün ve bağlı taneler orta kısımdan, ağır taneler ise hatvenin merkezinden alınmaktadır. İyi bir ayırım için tane boyu sınıflaması ve şlamsızlaştırma (0,05 mm'den ince) yapılmalıdır (Drzymala, 2007).

Spiraller tesislerde, kömür zenginleştirmenin yanı sıra krom, demir, tungsten ve kalay cevherleriyle, sahil kumlarındaki zirkon, rutil, monazit gibi ağır minerallerin zenginleştirilmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Spirallere kömür 3-0,1 mm, ağır cevher 1-0,075 mm boyutlarında pülp halinde beslenmektedir. Beslenen pülp içerisindeki katı oranı %20-50 arasındadır. Spiral ile cevher zenginleştirme işlemi sırasında ürün toplama bıçaklarının (mandal)

ayar konumlarına göre konsantre, ara ürün ve atık olmak üzere üç ayrı ürün elde edilebilmektedir. Tek bir spiral ile yeterli konsantre tenörü alınmadığında, paralel ve seri halde bağlanan çok sayıda spiralden oluşan bataryalar halinde de çalışılmaktadır. Spirallerin en önemli avantajı ekonomik olması, bakım gerektirmemesi ve etkin bir şekilde tesislerde kullanılabilmesidir. Bunun yanında fazla yıkama suyu gerektirmesi ise dezavantajdır (Falconer, 2003).

2.1.4. Tri-Flo ayırıcısı

Santrifüj esasına göre ayırım yapan bir diğer aygıt Tri-Flo ayırıcısıdır (Şekil 5). Çapı 250-400 mm arasında değişen ve çapı ile silindir uzunluğu arasında 1:4 oranı olan bu silindirik alet, yatayla 30°'lik bir açı yapacak şekilde yerleştirilmektedir.

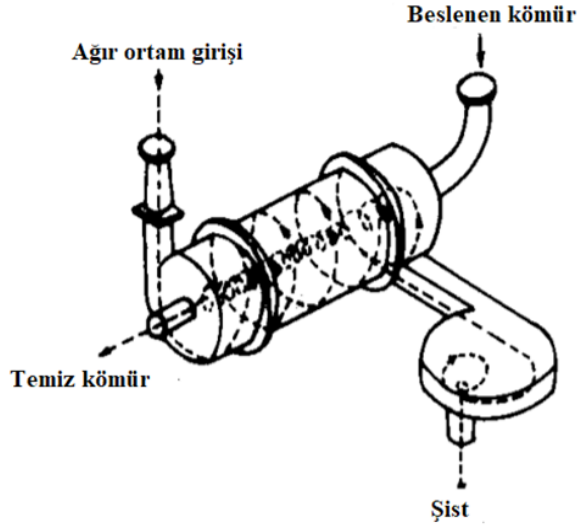


Şekil 5. Tri-Flo ayırıcısının genel görünümü

Şekil 5’de görüldüğü gibi, cihazın alt yan kısmından ağır ortam, üst kısmından ise kömür verilmektedir. Alt kısımdan konsantre, üst yan kısımdan da artık ürün alınmaktadır. Tri-Flo ayırıcısı iki yıkama kademesine sahiptir. Tek yıkamalı olanı Dyna-Whirpool ayırıcısı olarak adlandırılmaktadır. Çalışma prensipleri aynıdır (Kemal ve Arslan, 2010).

2.1.5. Larcodems ayırıcısı

Siklona benzer şekilde santrifüj kuvvetle çalışmaktadır. 30° eğimle yerleştirilen silindirik bir gövdeye sahiptir (Şekil 6). Ağır ortam belirli bir basınçla, alt taraftan teğetsel bir boru vasıtasıyla girmekte, tüvenan kömür üst taraftaki besleme borusundan verilmektedir. Süspansiyonun oluşturduğu santrifüj kuvvetlerin etkisi ile şistler çepçepellerden hareket ederek girdap kapalı bölümünden alınır. Temiz kömür ise çepçepellere değmeden beslemenin yapıldığı uçtan alınır. 100 mm’ye kadar kömürü yıkayabilmektedir (Kemal ve Arslan, 2010).



Şekil 6. Larcodems ayırıcısının genel görünümü

2.2. Liç Yöntemiyle Humat Üretimi

Kömür, çok uzun yıllar boyunca bulunduğu bölgenin jeolojik ve atmosferik şartlarına maruz kalarak değişim gösteren bitki ve bitki atıklarıdır. Bu organik atıkların zamana bağlı olarak göstermiş oldukları değişimlere göre turba, linyit, taş kömürü ve antrasitler oluşmaktadır. Kömür yataklarının yüzeye yakın en üst kademesinde yüksek oranda hümit ve fulvik asit içeren, kömürleşmeyi tamamlamamış, leonardit yatakları bulunmaktadır. Leonardit ilk olarak ABD'nin kuzey Dakota eyaletinde Dr. Leonard tarafından bulunduğu için bu ismi almıştır. Birçok ülkede bu isim kullanılırken bazı ülkelerde humat, organik humat veya humus olarak da isimlendirilmiştir (Bentli vd., 2015).

Hümit verimli topraklarda bulunur, biyolojik aktivasyon sonucu hümit ve fulvik asitler oluşur. Hümit asit, toprakta bloke olmuş besin maddelerini çözerek kendi bünyesine alır, fulvik asit ise, çözünen bu besin maddelerinin bitkiler tarafından kolayca alınmasını sağlar, bitkinin gelişimine yardımcı olur, toprağı besler ve toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirir. Laboratuvar ölçekli çalışmalarda üretilen hümit asit ile yapılan farklı tarla ve sera deneme üretimlerinde, bitki verimlerinde artış, toprakta nem kaybında azalma ve toprağın işlenebilirliğinde iyileşmeler belirlenmiştir (Karaca vd 2006, Turgay vd 2004). Leonarditin başlıca kullanım alanları şunlardır (Engin ve Cöcen 2013, Demir ve Bentli 2011);

- ✓ Tarımda, toprak ıslahı ve düzenleyici olarak,
- ✓ Hümit asit konsantrasi (hümit) üretiminde hammadde olarak,
- ✓ Derin sondajlarda, sondaj çamurunun vizkozite kontrolünde katkı maddesi olarak,

- ✓ Sanayi atıklarının kirlettiği toprakların ıslah edilmesinde, atıkların oluşturduğu bataklıkların bütünüyle kurutulmasında ve oluşan kötü kokuların giderilmesinde,
- ✓ İçerdiği zengin organik kolloid mineraller nedeni ile, hayvan yemi katkı maddesi olarak,
- ✓ Hava ve su filtre düzeneklerinde tutucu olarak,
- ✓ Denizlerdeki petrol kirlenmeleri ile sulardaki radyoaktif kirlenmelerin temizlenmesinde,
- ✓ İnsanlar için hazırlanan vitamin hapları ile ilaçlarda kullanılmasına yönelik çalışmalar ise halen sürdürülmektedir.

Önemli bir hümik ve fulvik asit kaynağı olan leonardit, alternatif tarımın ürettiği toprak düzenleyicilerde kullanılan organik madde kaynağıdır. Tarımda kullanılan leonarditin organik madde düzeyi %50'nin üzerinde olup, %40 düzeyinde hümik asit içermesi önemli bir avantaj olmaktadır. Ayrıca uygun pH (6,5) düzeyi ve tuzsuz olması leonarditin tarımsal açıdan kullanımında büyük yararlar sağladığı gibi, yüksek su tutma kapasitesi sulama suyunun topraktan hemen uzaklaşmasını engelleyerek düşük su tüketimi sağlamaktadır (Engin ve Cöcen, 2012).

Hümik maddeler tarımda organik gübre ve toprak düzenleyicisi olarak yaygın şekilde kullanılırlar. Bitki gelişimi açısından bakılacak olursa hümik maddelerin, özellikle hümik asitlerin en belirgin özellikleri; tohum çimlenme hızını arttırma, kök gelişimini hızlandırma, saçak kök sayısını arttırma ve filiz gelişimini hızlandırmaktır (Fong vd. 2007).

Hümik maddelerin topraktaki Ca veya Mg gibi metallerle oluşturdukları tuzların (Ca-hümat/Ca-fulvat veya Mg-hümat/Mg-fulvat) sudaki çözünürlükleri düşüktür. Bu durum bitkilerin bu tuzlardan daha uzun süre faydalanması anlamına gelmektedir. Çünkü çözünürlüğü az olan bu tuzlar toprakta daha uzun süre kalmaktadırlar. Bitkiler bu tuzları kendi köklerinden salgıladıkları sıvılarla parçalayarak kullanılır hale getirmektedirler. Hümik asit eldesi için en yaygın kullanılan yöntemler Kreulen ve Macar yöntemleridir (Bentli vd. 2015).

2.3. Briketleme Yöntemi

Kömürün briketlemesi en genel anlamı ile toz halindeki kömürün, uygun şartlarda ısıtarak ve/veya çeşitli katkı maddeleri ile karıştırılarak, bir kalıp içerisinde preslenmesi sonucu küp, yastık, silindir veya yumurta gibi şekillerde, sağlam, kaliteli, kömürün su oranı belirli bir seviyeye düşürülmüş, ısı değeri yüksek tekdüze bir yakıt haline dönüştürülmesi işlemidir.

Kömürün briketlenmesinde iki amaç sözkonusudur. Birincisi, yeterli ısı değere sahip toz kömürlerin değerlendirilmesi; ikincisi ise, yüksek nem içerikleri

nedeniye tüvenan olarak yakılması güç olan kömürlerin, kurutma yoluyla ısı değerlerinin artırılması ve daha sonra briketleme yöntemi ile yüksek ısı değerli sağlam bir yakıt haline dönüştürülmesidir. Böylece kırılğan, çabuk tozlaşan, nem içeriği yüksek linyitler, ısı değeri yüksek, sağlam bir yakıt halinde; toz veya ince taneli bitümlü ve yarı bitümlü kömürler de parça yakıt halinde değerlendirilebilmektedir (Kural, 1998).

Yaygın olarak kömürün briketlenmesinin iki ana nedeni vardır;

- ✓ Yeterli ısı değere sahip olmakla birlikte, uygulanan madencilik tekniği sebebiyle tozlaşan kömürleri değerlendirmek (toz kokların briketlenmesi),
- ✓ Yüksek su içerikleri nedeniyle tüvenan olarak yakılması güç olan genç kömürlerin, kurutma yoluyla ısı değerlerinin artırılması ve ardından briketleme ile yüksek ısı değerli sağlam bir yakıt haline dönüştürülmesidir.

Böylece, toz veya ince taneli, bitümlü veya yarı bitümlü kömürlerin briketleme sonucu maliyetinde bir artış gözlenirken, istenilen kalitede yüksek ısı değere sahip briket kömürleri elde edilir. Kırılğan ve yüksek su içerikli linyitler, yüksek ısı değerli ve sağlam bir yakıt haline dönüştürülmektedir.

Briketleme, basit bir işlem olmayıp, birçok faktörü içeren karmaşık bir prosestir. Bu faktörlerin tümünün, her zaman, aynı ölçüde etkili olduğu söylenemez. Uygulanacak briketleme yönteminin seçimi ve tekniğinin geliştirilmesi, kömürün, fiziksel özelliklerine bağlıdır. Bu nedenle, işleme başlamadan önce briketlenmesi amaçlanan kömürün iyi tanınması gerekmektedir. Kömürün briketlenmesinde; petrografik özellikleri ve yapısı, içerdiği bitüm, nem ve mineral madde miktarları ile tanecik boyutu dağılımı önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, briketleme işleminde uygulanan presleme basıncı ve sıcaklığı ile briketleme süresi, briket şekli ve ağırlığı da üretilen briketlerin özelliklerini etkileyen faktörler arasındadır (Kural, 1998).

Briketlerde aranan özelliklerin başında mekanik sağlamlık ve suya karşı dayanım gelir. Briketlerin mekanik sağlamlıkların ölçmek amacı ile değişik testler uygulanmaktadır. Bunlar arasında, Shatter testi (düşme sağlamlığı), tek eksenli basınç testi (kırılma sağlamlığı) ve tambur testi (aşınma sağlamlığı) bulunmaktadır. Briketlerin suya dayanımları ise su dolu kap içerisinde dağılıma ve bünyelerine su alma özellikleri incelenerek test edilmektedir (Deniz ve Özsoy, 2002).

Briketleme; uygulanan sıcaklık bakımından, sıcak briketleme ve soğuk briketleme; kullanılma amacına göre, sanayi tipi ve ev yakıtı tipi briketleme; uygulanan yöntem göre, katkı maddeli ve katkı maddesiz briketleme olarak gruplandırılabilir.

2.3.1. Katkı maddesiz (Bağlayıcısız) briketleme

Katkı maddesiz briketleme, klasik yöntem ve sıcak briketleme yöntemi olmak üzere iki yöntemle yapılabilir. Bazı durumlarda kömüre plastiklik özelliğini kazandırmak için katkı maddesiz sıcak briketleme de uygulanabilir. Bitümlü kömürlerin sıcak yöntemle briketlenmesi 1927'den beri bilinmektedir. Daha sonra yapılan deneyler albitümlü kömürler gibi koklaşma özelliği zayıf olan kömürlerin de önceden 380-450°C'ye kadar ısıtılarak plastik duruma getirilip aynı sıcaklıktaki pres kalıbı içinde briketlenmesinin olanaklı olduğunu göstermiştir. Linyit normal koşullar altında ısıtılmakla herhangi bir plastisite göstermediğinden ya da plastiklik sınırının dar olmasından dolayı bu yöntemde uygun değildir.

Bir kömürün katkı maddesiz briketlenebilmesi için; yumuşak türden kömür olması, plastik özellik göstermesi, sıkıştırma sırasında sertlik kazanmaması, sıkıştırma sırasında fazla iç sürtünme göstermemesi, olanak olduğu kadar homojen bir yapıya ve bileşime sahip olması gerekmektedir (Kural ve Tangör, 1985).

Katkı maddesiz briketleme, klasik yöntem ve sıcak briketleme yöntemi olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır (Kural, 1998).

- ✓ **Klasik yöntem:** Sadece yumuşak kömürlere uygulanabilen bu yöntemde; kömür, uygun tanecik boyutuna (0-6 mm) kırılıp öğütüldükten sonra, %15-18 arasında değişen optimum nem içeriğine kadar kurutularak, 800-1200 kg/cm² lik presleme basıncı altında briketlenmektedir.
- ✓ **Sıcak briketleme yöntemi:** Koklaştırma özelliğine sahip kömürler, ısı etkisiyle yumuşatılarak plastik hale getirilebilmektedir. Sıcak briketleme, kömürün, 400-500°C arasındaki yumuşama özelliğinden yararlanılarak, katkı maddesiz olarak gerçekleştirilen bir briketleme yöntemidir. Ancak, briketlerin yeterli dayanıklılıkta olabilmeleri için, plastikleşmenin de belirli bir dereceye ulaşması gerekmektedir. Bu nedenle her kömür sıcak briketlemeye uygun değildir.

2.3.2. Katkı maddeli (Bağlayıcı) briketleme

Katkı maddeli briketleme yöntemi, sert kömürlerin uygun bir katkı maddesi kullanılarak briketlenmesidir. Büyük çoğunluğu, yüksek mineral madde içerikli, kömürleşme derecesi ilerlemiş kömürler, bir katkı maddesi yardımıyla briketlenebilmektedir. Bitümlü ve yarı bitümlü kömürler de, genellikle sert yapıları olduklarından, briketlenmelerinde çeşitli katkı maddelerinin kullanılması gerekmektedir. Bu tür kömürler, katkı maddesiz briketlendiğinde, dış görünüşleri mükemmel olsa bile, su ile temasta veya rutubetli ortamda bırakıldıklarında kolaylıkla dağılmaktadırlar. Bu nedenle, briketlerin özelliklerini, kullanım

amacına göre iyileştirmek için, özellikle suda mukavemet sağlamak amacıyla katkı maddesi ilave edilmelidir.

Katkı maddeli briketlemenin önemli bir diğer avantajı da, kömürün yanması sonucunda açığa çıkan zararlı kükürt oksitlerin, kireç ve benzeri katkı maddeleri ile kömür külünde tutulmasına imkan tanmasıdır. Yeterli sağlamlıkta briketler elde edebilmek için, şartlara bağlı olarak, %3-12 arasında değişen oranlarda katkı maddesi kullanılmaktadır.

Kaliteli bir briket üretimi için, öğütülmüş kömür tozlarının, gerek katı gerekse sıvı katkı maddeleri ile tek ya da çift yöne hareket edebilen karıştırıcılar yardımıyla iyice karıştırılarak, homojen bir karışım haline getirilmesi gerekmektedir. Genelde, 6-8 dakika olarak kabul edilen bu süre aşılsa karışım, plastik özelliğini kaybeder.

Briketin dayanıklılığının ve kalitesinin artırılması amacıyla kullanılan katkı maddelerinin, sert kömürlerin gözenekliliği ile yoğunluğuna uygun olması gereklidir. Bu katkı maddelerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar; Bağlama özelliğinin iyi olması, öğütülmüş kömür içerisinde homojen bir şekilde dağılabilmesi, suda çözünmemesi, briketlenecek kömür ile uygunluğu, düşük sıcaklıkta çabuk tutuşabilmesi ve kolaylıkla yanabilmesi, yanma sırasında sertleşerek briketin bütünlüğünü koruması, ısı değerinin, briketlenecek kömürün ısı değerinden daha düşük olmaması, kokusuz yanması, yanma sırasında çevreye ve insan sağlığına zarar verecek bileşiklerin oluşmaması, ucuz ve kolay bulunması istenir.

Katkı maddeli briketlemede katkı maddesinin cinsi ve miktarı önemlidir. Katkı maddesi, genellikle kömürlerden daha pahalı olduğundan optimum oranının saptanması gerekmektedir. Bu da briketlerden beklediğimiz mukavemet ve yanma özellikleri ile ilgilidir. Katkı maddesinin pH değeri ve yoğunluğu, briketlerin sağlamlılığı hakkında ön bilgi vermektedir. Ayrıca, katkı maddesinin görevini yapabilmesi için iyi bir karıştırma ile ince bir film oluşturarak tüm kömür yüzeyine dağılması gerekmektedir. Bu nedenle, katkı maddesinin özelliklerine göre belirli sıcaklığa kadar ısıtarak yumuşatılması ve bağlayıcının, kömür taneciklerinin tüm yüzeyine dağılacak şekilde çift yönlü ve homojen bir şekilde karıştırılması gerekmektedir. Briketleme işleminde kullanılan katkı maddeleri organik ve inorganik olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır (Sağlam vd., 1984).

2.4. Koklaştırma Yöntemleri

Bitümlü bir kömür ısıtıldığında plastik değişime uğramaktadır. Yüksek sıcaklıklarda kömür yumuşamakta ve çeşitli gazların evrimleşmesiyle, bir takım kompleks bileşenler bozunmaktadır. Belirli bir sıcaklıkta bitüm olarak adlandırılan düşük erime noktasına sahip bileşenlerin erimesi yüzünden, kömür

plastik hale gelmektedir. Sıcaklığın daha da artmasıyla birlikte plastik kütle, plastik olmayan hale gelmektedir. Kömürün bu plastik tavrı sonucu geride kalan kütleyle kok, bu olaya ise koklaşma veya karbonizasyon adı verilmektedir (Adeleke vd., 2009).

Koklaşma özelliği olan kömürler oksijensiz ortamda ısıtıldıklarında 350-500 °C arasında plastikleşmekte ve akışkan bir kütle haline gelmektedir. Kömür molekülünün termik parçalanması esnasında termo bitüm olduğu kabul edilmektedir. Bu teoriye termo-bitüm teorisi denir. Bu teoriye göre, kömür ısıtılınca, kömürün kimyasal yapısındaki makromoleküller parçalanmakta ve bu esnada diğer ürünlerin yanında bitümsü maddeler de oluşmaktadır. Bu bitümün oluş hızı, parçalanma hızından daha büyük olan kömürlerde bitüm birikimi meydana gelmekte ve bunun da kendini plastikleşme olarak gösterdiği kabul edilmektedir. Bitümsü maddeler, ortamın sıcaklığına bağlı olarak, belirli bir süre içinde parçalanarak gaz ve sıvı ürünlere dönüşebilmektedir (Kemal ve Arslan, 2010).

Kömürün koka dönüştürülmesi için, güçlü bağlar ve alkali zincirler tarafından birlikte tutulan aromatik ve hidro aromatik gruplardan oluşmuş, 3 boyutlu makromoleküler ağların bozulması gerekmektedir. Kok yapımında moleküler bozunmaya piroliz sebep olmaktadır. Kömür ısıtıldığında yumuşamakta ve kömür yapısındaki sıvı ve gazlar ısıyla birlikte yayılmaktadırlar. Bazı moleküller, bir kompleks karışım oluşturarak yoğunlaşırken (katran), daha büyük moleküler ağırlıkta olanlar yeniden birleşerek katılaşmakta ve koku oluşturmaktadırlar (Olulana vd., 2009).

Koklaşmada en önemli olay, kömürden yarı koka geçişte oluşan, plastik bölgedir. Kömürün ısıtılması sırasında genellikle 350-550 °C arasında yumuşaması, ergimesi, hacminin küçülmesi, tekrar artarak şişmesi, taneciklerin yapışarak pişmesi ve sonunda tekrar katılaşmasının gerçekleştiği bu bölgeye plastik bölge denmektedir. Kömürün bu söz konusu bölgedeki dayanımına da o kömürün plastik özellikleri denmektedir. İyi koklaşabilir bir kömürün, plastik özelliklere sahip olması gerekmektedir (Toroğlu, 2006).

Kömürde düşük ranktan yükseğe doğru, oksijen içeriği azalmaktadır ve oksijen grupları yüzünden çapraz bağlar, moleküler ağda hidrojen bağlarıyla yer değiştirmektedirler. Hidrojen bağlarının oksijen bağlarından daha zayıf olmasından dolayı, yüksek ranklı kömürler ısıtıldıklarında, düşük ranklı kömürlerden daha yüksek plastik özellik göstermektedirler (Olulana vd., 2009).

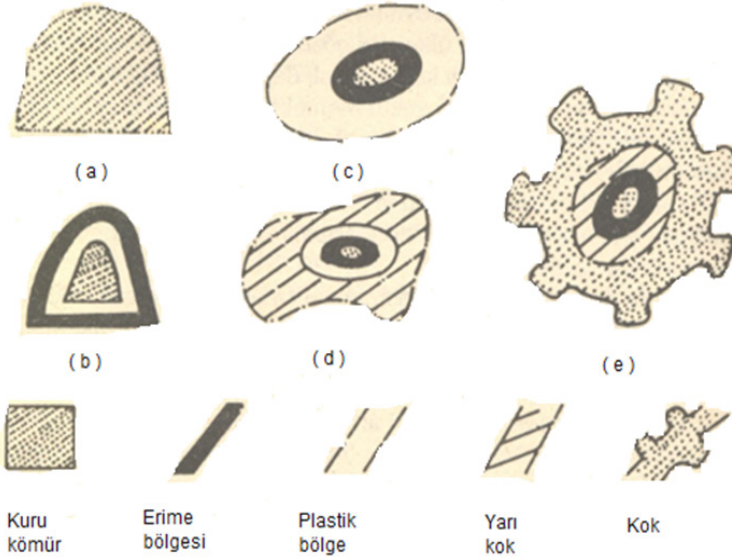
Kömür yapısını oluşturan vitrinit ve eksinit grubu maserallerin belirli kömürleşme aralığında plastikleşmesi ve plastik kütlelerin kimyasal parçalanma sonucu oluşan gazın basıncı ile inert tanelere doğru bastırılarak, taneler arası

kütlesel bağı kurduğu ve toz halindeki kömürün bütünleşerek parça haline geldiği ve bu olgunun da metalürjik kok oluşumunun ilk aşamasını oluşturduğu bilinen bir gerçektir (Kemal vd., 2004).

Bir kömürün, sağlam parçacıklar halinde kok vermesi için, kömür parçalarının birbirlerine bağlanmaları gerekmektedir. Bu bağlanma işlemi de, ancak tanelerin birbirlerine yapışacak derecede plastikleşmeleri ve bunları karşılıklı sıkıca bastırabilecek bir gaz basıncının varlığı halinde mümkün olmaktadır. Bir başka deyişle, kömür tanelerinin bu plastikleşme esnasında bir taraftan belirli bir dereceye kadar şişmeleri ve diğer taraftan da şişen plastik kütlelerin tanelere yapışacak kadar yumuşak olmaları gerekmektedir. Eğer tanelerin şişme ve yumuşamaları çok az olursa, taneler birbirlerine bağlanamayarak geride toz halinde kok kalmakta ve çok fazla olursa, süngerimsi yapıya sahip mukavemeti düşük kok meydana gelmektedir (Kemal vd., 1978).

Rank ve petrografi birbiriyle yakından ilgilidir. Kok sağlamlığı bakımından kömürdeki ya da kömür karışımındaki aktif maserallerin (özellikle vitrinit ve eksinit) optimum bir miktarı bulunmaktadır. Çünkü pasif maddeler seyreltici olarak hareket ederek, koklaşma olurken sıvılaşıma ve yarı-kokun büzülmesi sırasında meydana gelen çatlama eğilimini azaltmaktadırlar. İntertinin az olması durumunda katılaşıma sonrası büzülme artmaktadır (Hiçyılmaz, 1990). Koklaşma işleminin basamakları Şekil 7’de görülmektedir.

- a) 350 °C olarak kabul edilen kritik sıcaklıkta ısınan kömürde bir yumuşama başlamakta ve yüzeyde bir ergime bölgesi görülmektedir.
- b) Yumuşama ve ergimenin başlamasıyla kömür bulunduğu yere yerleşmekte ve hacim küçülmesi meydana gelmektedir. Oluşan ergime bölgesi (bozulma bölgesi) kömür içine doğru ilerlerken, bunun dışında plastik bir kömür tabakası oluşmaktadır.
- c) Ergime bölgesinde bozunmaya uğrayan kömür, katran ve uçucularını vermeye başlamaktadır. Yumuşadığından gözenekliliğini kaybetmiş olan plastik bölge, bozunma ürünü gazlara bir direnç göstermekte ve kömür şişmeye başlamaktadır. Belirli bir sıcaklıkta gözlenen bu olay ısıtma hızına bağlı olup, genellikle bu sıcaklık 450-550 °C arasında olmaktadır. Plastik bölge tekrar sertleşir ve büzülmeye başlar. Sertleşen bu kütle yarı kok olarak tanımlanmaktadır.
- d) Sıcaklık biraz daha arttığında, hidrojen ve CO gazları çıkışıyla yarı kok bozulması ve 800 °C’nin üzerinde grafitleşme başlamaktadır. Artan sıcaklıkla grafitleşme hızlanmakta ve 900 °C üzerinde çatlaklı bir kok elde edilmektedir.



Şekil 7. Koklaşma ile ilgili işlemin akım şeması (Kural, 1998)

- e) Koklaşmanın son aşamasında (900-1200 °C arası) içten dışa doğru olmak üzere kuru kömür, ergime, yarı kok ve kok bölgelerini içeren kok malzemesi elde edilmiş olmaktadır.

Kok kalitesi ve özellikle onun mekanik özellikleri ve reaktivitesi, temelde kömürün kalitesi ve koklaşma prosesi için hazırlanan kömürün fırına şarj edilme yolu tarafından etkilenmektedir.

2.4.1. Klasik koklaştırma yöntemi

Klasik kok üretim tesislerinde kok üretimi; %80-85'i 3 mm tane boyutunun altına kırılan koklaşabilir kömürlerin, kok kamaralarında karbonize edilmesi ile yapılmaktadır (Toroğlu, 1992).

2.4.2. Basit harmanlama yöntemi

Klasik kok üretim tesislerinde kok üretimi %80-85'i 3 mm tane boyutunun altına kırılan koklaşabilir kömürlere, en fazla %5-10 oranında koklaşmayan kömürlerin ilavesiyle hazırlanan karışımın kok kamaralarında karbonize edilmesi ile yapılmaktadır (Toroğlu, 1992).

Harmanlamadaki amaç, farklı özelliklerdeki kömürlerin karıştırılarak, bu kömürlerin farklı özelliklerinden yararlanmak ve daha kaliteli kok üretimini gerçekleştirmektir (Ateşok vd., 1996). Kok karışımına gerekli durumlarda, antrasit, petrol koku, kok katranı ve kok tozu katılabilmektedir. Bu ek maddelerin miktarı toplam şarjın %5-10'unu geçebilmektedir. Şarja kok tozu eklendiğinde, kokun ortalama tane boyu artmakta ve kok yüzeyindeki çatlakların sayısı

azalmaktadır. Buna karşılık, aşırı miktarda kok tozu kullanıldığında ise, kok dayanımı azalmaktadır (Kural, 1994).

2.4.3. Ön ısıtma yöntemi

Kok fırınlarına şarj edilmeden önce kömürün 250-300°C'ye kadar ısıtılması, koklaşma özellikleri zayıf olan kömürlerin koklaşma özelliklerini iyileştirmektedir. Ancak, kömürün koklaşma özelliklerini bozmadan 250°C'ye kadar ısıtılmasının ve ısıtılmış kömürü kok fırınına şarj etmenin oldukça güç ve tehlikeli olduğu bilinmektedir (Toroğlu, 1992).

Pratikte, ya daha sağlam kok elde edebilmek, ya da koklaşma özelliği az veya hiç olmayan kömürlerin de kok üretiminde belirli oranda kullanılmasını sağlamak amacıyla, ön ısıtma yöntemi uygulanmaktadır. Ön ısıtma yöntemi, koklaşma zamanını da kısaltmaktadır (Kemal ve Arslan, 2010).

2.4.4. Geliştirilmiş briket şarj yöntemi (Sumi-Coal yöntemi)

Bu yöntemde, %70-80 koklaşan kömür ve %10-20 koklaşmayan kömür, %8-10 zift ile briketlenmekte ve elde edilen briketler, karışımın %25-30'unu oluşturacak şekilde, koklaşan kömür ile karıştırılarak, kok fırınına verilmektedir. Bu sayede, %20-25 civarında koklaşma özelliği olmayan kömürün, kok üretiminde kullanılması mümkün olmaktadır (Kemal ve Arslan, 2010).

2.4.5. Sıkıştırılmış şarj yöntemi

Yöntemin en önemli özelliği şarj edilen kömürün sıkıştırılması ve şarj yoğunluğunun artırılmasıdır. Böylece üretilen kokun kalitesi de artmaktadır. Sıkıştırılmış şarj yönteminde, uçucu oranı %29'dan daha büyük olan kömürler, 2 mm altına öğütüldükten sonra kok tozu ile homojen olarak karıştırılmakta ve kok kamarasından 20-30 mm daha dar boyutlu kalıp içerisinde basınç altında sıkıştırılmaktadırlar (Toroğlu, 1992).

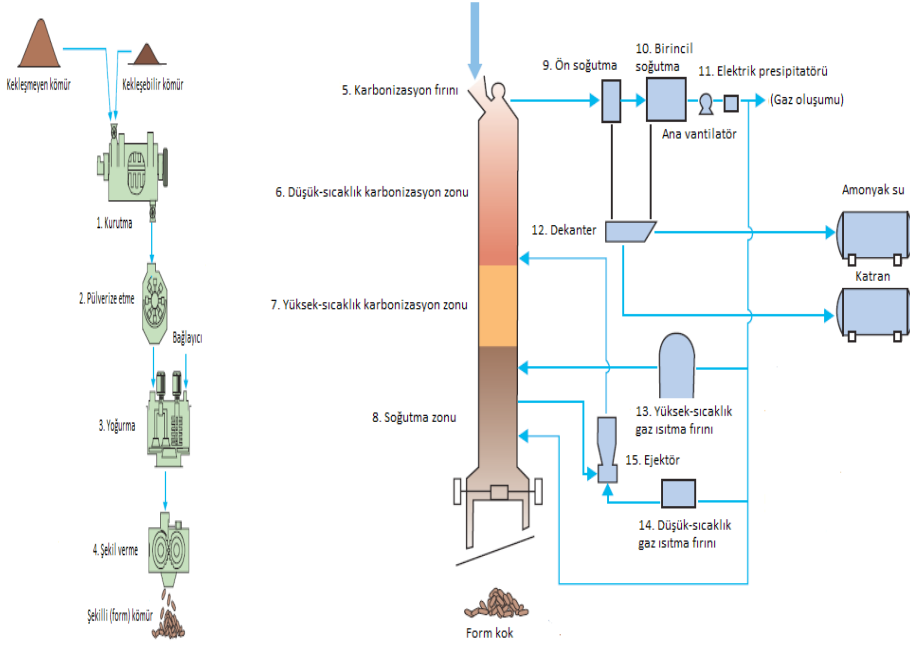
2.4.6. Şekillendirilmiş kok yöntemi (Formed coke prosesi)

Klasik yolla kok yapımına elverişsiz kömürlerin, koklaşmada kullanılma olasılıklarından bir diğeri de, koklaşmadan önce kömürü briketlemek veya peletlemek yoluyla bütünleştirmektir (Kemal vd., 1978).

Form-Kok, kömürün uygun bir bağlayıcı ile basınç altında sıkıştırılması suretiyle briketlenmesi temeline dayanan bir oluşumdur. Böylece elde edilen ham briketler, oksijen termal muameleye maruz bırakılmakta ve sonra uçucuların azaltılması amacıyla karbonize edilmektedir. Sonuç ürün, yeterli yüksek dayanıma sahip Form-Kok olarak bilinmektedir (Sharma vd., 2002). Form-Kok yöntemleri;

- ✓ Koklaşma özelliği olmayan kömüre, koklaşma özelliği olan kömür karıştırılarak, karışımın ziftle briketlenmesi ve briketlerin koklaştırılarak Form-Kok elde edilmesi,

- ✓ Koklaşma özelliği olmayan kömürden önce semikok elde edilmesi ve bu semikoka, koklaşma özelliği olan kömür karıştırılarak karışımın ziftle briketlenmesi ve Form-Kok elde edilmesi,
- ✓ Öğütülmüş kömürden bağlayıcı kullanmadan elde edilen briketlerden Form-Kok elde edilmesi,
- ✓ Koklaşma özelliği az veya hiç olmayan kömürden sıcak briketleme yoluyla, Form-Kok elde edilmesi,
- ✓ Yumuşak linyit briketlerinin koklaştırılması, şeklinde olabilmektedir.



Şekil 8. Form-Kok akım şeması (www.nedo.go.jp/content/100079772.pdf)

Form-Kok üretimi için; şekillendirme aşaması, karbonizasyon aşaması, gaz oluşumu, yan ürünler ve gaz dönüşümü aşamalarını içeren bir akım şeması Şekil 8'de görülmektedir.

- ✓ **Şekillendirme aşaması:** Temel ham materyal %60-80 kekleşmeyen kömürdür. Bu kömür, %2-3 su içeriğine kurutulmaktadır (1). Kurutulmuş kömür, sonra pülverize edilmektedir (2). Pülverize kömüre bağlayıcı eklendikten sonra karışım yoğurulmakta (3) ve şekillendirilmekte (4), böylece şekilli (form) kömür üretilmektedir.
- ✓ **Karbonizasyon aşaması:** Şekillendirilmiş kömür karbonizasyon fırınına beslenmekte (5), buradan düşük sıcaklık karbonizasyon zonuna geçmektedir (6). Kömür 1000°C ısıtıldığında, yüksek sıcaklık

karbonizasyon zonunda karbonize olmaktadır (7). Karbonize kömür (kok), soğutma zonunda 100°C'ye soğutulmaktadır (8).

- ✓ **Gaz oluşumu:** Fırının üst kısmından çıkan kok fırın gazı (300-350°C), ön soğutucu (9) ve birincil soğutucu (10) tarafından soğutulmaktadır. Katran dumanı atıldıktan sonra (11), gazın çoğu fırına geri döndürülmektedir.
- ✓ **Yan ürünler:** Amonyak su ve katranın ayrılarak çöktürülmesi için, gaz içindeki sıvı dekantöre yönlendirilmektedir (12).
- ✓ **Gaz dönüşümü:** Katran tozu, elektrik presipitatöründe atıldıktan sonra, gaz yaklaşık 1000°C yüksek sıcaklık gaz ısıtma fırınında ısıtılmaktadır (13). Böylece yüksek sıcaklık karbonizasyon zonuna enjekte edilmektedir (7). Bu gaz, 450°C'de düşük sıcaklık gaz ısıtma fırınında ısıtılmakta (14) ve buradan ejektöre gitmektedir (15). Ejektör koku soğutmak için kullanılan yüksek sıcaklık gazını çekmektedir. Sonra bu gaz, yaklaşık 600°C'de düşük sıcaklık karbonizasyon zonuna (6) beslenmektedir.

2.5. Düşük Sıcaklık Karbonizasyonu (Piroliz) Yöntemleri

Piroliz, oksijensiz ortamda ısıtma yoluyla özellikle kömür gibi fosil yakıtlardan gaz, sıvı ve katı ürünler üretme prosesinin genel adıdır. Bu proses, aynı zamanda karbonizasyon olarak da isimlendirilmektedir (Altun vd., 2003). Piroliz, genellikle hava veya diğer bazı gazların varlığında kömürün termal bozunması olarak tanımlanmaktadır (Zhang, 2005).

Piroliz için teorik olarak gerekli ısı miktarı, organik maddenin kimyasal yapısını bozacak ve yeni kimyasal maddelerin oluşumunu sağlayacak düzeyde olmalıdır. Isıl bozundurma işlemi, katı yakıt açısından değerlendirildiğinde karbonizasyon; gaz ve sıvı yakıt açısından değerlendirildiğinde ise piroliz olarak isimlendirilmektedir. Kullanılan sıcaklığa bağlı olarak 500°C-600°C düşük sıcaklık pirolizi veya semi-karbonizasyon, 900°C-1100°C ise yüksek sıcaklık pirolizi veya koklaşma olarak adlandırılmaktadır. Yüksek sıcaklık karbonizasyonunun temel amacı metalürjik kok üretmektir. Düşük sıcaklık karbonizasyonu ise, sokakların aydınlatılmasında, kimya sanayinde katran ürününde, yerel ve endüstriyel amaçlı dumansız yakıt eldesinde kullanılmaktadır (Syckov vd., 2009; Miller, 2005).

Piroliz yüksek kaliteli katı ürün (çar) veya bir takım gaz ve sıvı ürünler elde edebilmek için yapılan en önemli dönüşüm proseslerinden biridir (Altun vd., 2003). Piroliz esas olarak, kömürü hidrojen zengin uçucu bir fraksiyonla, karbonca zengin katı kısma ayıran bir işlemdir. Karbonizasyonla sıvı ve gaz yakıt üretilerek, içten yanmalı motorlar için sentetik yakıt elde edilebilmekte, katı yakıtlardaki kükürten oluşan çevre kirliliği de önlenebilmektedir. Karbonizasyon işlemi ayrıca kok üretimi ve briketleme amaçları için de uygulanmaktadır (Ballice, 2002).

Pirolizde, kömür termal olarak gaz, sıvı ve katı ürünlere dönüştürülmektedir. Geleneksel piroliz süreçleri, yüksek verimli, ucuz maliyete sahip sürekli sistemler olup, piroliz ürünleri gaz, odun kömürü ve pirolitik sıvı olmaktadır. Süreç şartlarına bağlı olarak ürünler farklı miktarlarda elde edilmektedirler. Gaz ürün için 650°C'nin üzerindeki sıcaklıklar kullanılırken, sıvı ürün için düşük sıcaklıklar tercih edilmektedir (Miller, 2005).

Kömür molekülü, yoğun aromatik yapılanmalar ve bu yapıları birbirine bağlayan alifatik bağlar ve çeşitli fonksiyonel gruplar olmak üzere, üç boyutlu polimerik bir yapı olarak kabul edilmektedir. Kömür ısıtıldığında, önce birincil piroliz tepkimeleri ve ardından ikincil piroliz tepkimeleri gerçekleşmektedir (Özdoğan ve Karaosmanoğlu, 1998).

Kömürün birincil pirolizi, çeşitli paralel ve ardışık tepkimeleri içermektedir. Önce, aromatik yapılanmalar arasındaki kimyasal bağların ısıl parçalanması gerçekleşmekte, bunun sonucunda, serbest radikaller oluşmaktadır. Sonra, bu radikaller, atomların yeniden düzenlenmesi ya da başka cins atomlarla birleşmesiyle kararlı yapılara ulaşmaktadırlar. Kararlı bileşiklerin hafif fraksiyonları katranı, daha ağır olan ise çarın (piroliz sonucu elde edilen katı ürün) bir bölümünü oluşturmaktadırlar. Pirolizde, birincil uçucu giderme tepkimeleri sonucunda, gaz, sıvı ve katı ürünler oluşmaktadır. Kararsız, birincil uçucu bileşikler, ikincil tepkimelere girebilmektedirler. İkincil tepkimeler, çatlama (cracking) ve/veya buharlaştırma ya da polimerizasyon şeklinde gelişmektedir. Böylece, molekül yapıları küçülmekte ya da büyümekte, katı-sıvı ürün dağılımı etkilenmektedir (Özdoğan ve Karaosmanoğlu, 1998).

Pirolizden elde edilen gaz ürün, kompleks ısıl parçalanma proseslerinden elde edilen CH₄ gibi doymuş ve H₂ ve CO gibi doymamış hidrokarbon karışımları ve gazları içermektedir. Bileşim olarak H₂, CO₂, CO, CH₄, H₂O ve organik bileşiklerin buharlarından oluşmaktadır. Elde edilen gaz ürün, güç santrallerinde, ısıtma işlemlerinde ve beslemenin kurutulmasında kullanılabilir. Pirolizden elde edilen sıvı ürünler oldukça kompleks, su veya suda çözünen düşük molekül ağırlıklı veya yağ olarak adlandırılan suda çözünmeyen yüksek molekül ağırlıklı organik bileşiklerdir (Miller, 2005).

Kömürün pirolizinde, nitelik ve nicelikleri proses değişkenlerine bağlı olarak değişen ürünler (Özdoğan ve Karaosmanoğlu, 1998);

- ✓ **Gaz ürün:** Piroliz gazı karbon oksitleri, hafif alifatik hidrokarbonlar, hidrojen ve su buharı karışımıdır. Gazlardaki su buharı, kömür neminin buharlaşmasının yanı sıra, çeşitli kimyasal tepkime ve bozunmalar sonucunda da oluşmaktadır. Piroliz gazı, kömürün yapısındaki bağların kırılmasıyla oluşmaktadır. H₂, CH₄, C₂H₆, C₂H₄ ve C₃H₈ gibi alifatik

hidrokarbonlar, CO₂ ve CO gibi düşük molekül ağırlıklı maddeler içermektedir. Bu gaz aynı zamanda, kömürdeki inorganik ve organik kükürtlü yapıların bozunması sonucu, çevreyi kirletici nitelikteki kükürtlü bileşikler de içerebilmektedir. H₂S ve NH₃, piroliz gazında istenmeyen bileşiklerdir. Değişik kömürler ve piroliz şartları uygulanarak yapılan çalışmalar sonucunda gaz ürünlerin hacimce bileşiminin; %8-55 CH₄, %1-43 C₂ ve C₃ hidrokarbonları, %14-67 H₂, %5-38 CO, %1-24 CO₂ şeklinde değiştiği ve gaz ürünün, kömürün ağırlıkça (kuru bazda) %2-26'sını oluşturduğu saptanmıştır.

- ✓ **Sıvı ürün:** Sıvı ürün, katran veya pirolitik yağ olarak adlandırılmaktadır. Piroliz sonucunda elde edilen sıvı ürün şeffaf, reçinemsiz, başlangıçta sarımsı-turuncu renkte olup ışık etkisiyle, hızla siyaha dönmektedir. Sıvı ürünün nitelik ve niceliği, kömürün karbon, oksijen ve hidrojen atomlarının oranlarına ve piroliz sürecinde oluşan yapı taşlarının hidrojen ile birleşebilirliklerine bağlı olmaktadır. Kömürde rank yükselip, oksijen içeriği azaldıkça sıvı ürün miktarı artmakta, kimyasal su oluşumu azalmaktadır. Bu artış, kömürün karbon içeriği %85-86'ya ulaştığında, yerini düşüğe bırakmaktadır. Değişik kömürler ve piroliz şartları uygulanarak yapılan çalışmalar sonucunda, kuru baza göre, kömürün %2-33'ünün sıvı ürüne dönüştüğü gözlenmiştir. Sıvı üründe; alkil benzenler, mono ve dihidrik fenoller, piridin türevleri, n-parafinler, olefinler, parafin vaksları ve naftenler bulunmaktadır.
- ✓ **Katı ürün:** Karbonca zengin katı ürün, çar olarak da adlandırılmaktadır. Değişik kömürler ve piroliz şartları uygulanarak yapılan çalışmalar sonucunda, katı üründe elde edildiği kömüre göre, kükürt içeriğinin azaldığı, karbon ve azot içeriğinin ise arttığı gözlenmiştir.

Pirolizde etkili önemli proses değişkenlerinden biri sıcaklıktır. En yüksek katran veriminin elde edildiği sıcaklık, kömürün rankına ve oluşan katranın kararlılığına bağlı olarak değişmektedir. Bu sıcaklıktan daha yüksek sıcaklıklarda da, gaz tepkimeye girmeye devam etmekte ve toplam uçucu bileşik verimi de artan sıcaklığa paralel olarak artmaktadır (Özdoğan ve Karaosmanoğlu, 1998). Yüksek sıcaklıklarda katran bozunarak gaz ürün miktarını da arttırmaktadır. Artan basınçla uçucu maddelerin tepkimede kalma süresi azalmaktadır. Orta sıcaklıklarda düşük basınç ile katran miktarı artmaktadır. Piroliz sıcaklığı, uçucu maddenin miktar ve bileşimini etkileyen önemli bir parametredir. Sıvı, gaz ve katı miktarları piroliz sıcaklığı ile değişmekte ve bunların kimyasal bileşimleri de oldukça farklı olmaktadır. Piroliz sıcaklığının artması ile sıvı ürünün ve aktif karbonun H/C ve O/C oranları azalmaktadır. Uzun piroliz sürelerinde uçucu ürünlerin bozunduğu ve karbon atığının tekrar gazlaştığı gözlenmektedir. Kısa piroliz sürelerinde yapılan

piroliz işlemlerinde, işlem sıcaklığı ile kimyasal bileşim arasında doğrudan bir bağıntı bulunmaktadır. Sıcaklık arttıkça, yapıdaki oksijen içeriği ve C/H oranı azalmaktadır. Piroliz işleminde, parçacık boyutunun artması ile uçucuların gaz atmosferine geçişi hızlanmakta ve bu durumda kütle iletim sınırlaması söz konusu olmaktadır. Uçucular yüzeyle daha uzun süre etkileşmekte ve ikincil tepkimelerin (yeniden polimerleşme ve sıcak katı yüzeyinde çeşitli parçalanma tepkimeleri) oluşumuna neden olabilmektedir. Polimerleşme tüm piroliz verimini düşürürken, yüzeyde parçalanma tepkimeleri sıvı verimini azaltıp, gaz verimini arttırma yönünde etki etmektedir. Katı yakıtlarda H/C oranı arttıkça yakıt, sıvı yakıt özelliğine yaklaşmaktadır. Karbon içeren maddelerin dönüşümü ile gaz ve sıvı yapay yakıtlar elde edilmektedir (Miller, 2005).

Kömürün ısıl bozunmasında sıcaklık-zaman ilişkisi önemli olmaktadır. Bu ilişki, ısıtma hızı değişiminden doğrudan etkilenmektedir. Yüksek ısıtma hızlarında, katranın uçucu bileşiklerinin ayrılmasının yüksek sıcaklıklarda gerçekleştiği ve yüksek uçucu giderme verimlerinin de arttığı bilinmektedir. Reaktördeki gazın, inert veya reaktif olması ve basıncı da pirolizi etkilemektedir. İnert ortamda, gaz basıncının artışıyla katran ve toplam uçucu bileşen verimi azalmakta, çünkü basınç, uçucu bileşenlerin tanecik içinde kalma süresini arttırmaktadır. Ortamda reaktif bir gaz varsa, gazın kimyasal yapısı tepkimeleri etkilemekte, bu etkiler artan basınçla daha karmaşık hale gelmektedir. Pirolizde, uçucu bileşenlerin taşınımı, tanecikler arasından geçen gazın hızından etkilenmektedir. Uçucu bileşenlerin, tanecik içinden yüzeye, daha sonra da gaz ortam içinde taşınımı, artan sıyrıcı gaz hızı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Yüksek gaz hızlarında, büyük moleküllerin taşınımları da gerçekleşebilmektedir (Özdoğan ve Karaosmanoğlu 1998).

Kömürün pirolizi boyunca H_2 , CO, CH_4 ve diğer hidrokarbonlar gibi yanıcı gazlar, katran buharları, CO_2 ve su buharı gibi bazı yanıcı olmayan gazlardan meydana gelen uçucu maddelerin çıkışı olmaktadır. Kömürdeki uçucu maddenin miktarı ve kompozisyonu kömürleşme derecesiyle büyük değişkenlik göstermektedir. Kömürün rankı ve maseral yapısı, piroliz ürünlerinin bileşimini etkilemektedir. Bitümlü kömürden, alt bitümlü kömür ve linyite doğru gidildikçe, uçucu bileşikler içindeki katran miktarı düşerken, karbon oksitler, hidrokarbonlar ve su buharı miktarları artmaktadır (Özdoğan ve Karaosmanoğlu, 1998).

Kömürün tane büyüklüğü de pirolizi etkileyen önemli bir özelliktir. Tane büyüklüğü, içinde oluşan uçucu bileşiklerin kömürün dış yüzeyine taşınmasını etkilemektedir. Tane büyüklüğünün artması, uçucu bileşiklerin, daha uzun süre kömür yapısı içinde kalmalarına ve ikincil tepkimelere girmelerine neden olmaktadır. Ayrıca, büyük taneler içinde sıcaklık farklılıkları da oluşmaktadır. Tane büyüklüğü, ısı ve kütle taşınımını etkilediği için pirolizi de büyük oranda etkilemektedir. Ancak, tane boyutunun etkisi incelenirken, kömür hazırlama

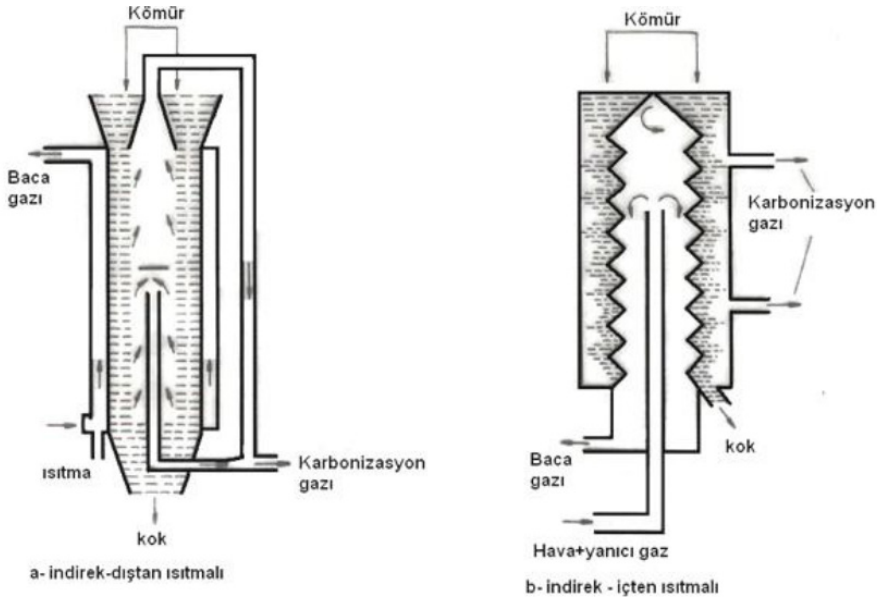
işlemi önemli olmaktadır. Bu işlemde, boyuta bağlı olarak, maseral kısım ayrılırsa, bileşim de değişebileceğinden, bileşim ve tane boyutu birlikte çift etki oluşturabilmektedirler (Özdoğan ve Karaosmanoğlu, 1998).

İri kömürlerin düşük sıcaklık karbonizasyonunda, indirekt ve direkt ısıtılmalı fırın; ince kömürlerin düşük sıcaklık karbonizasyonunda, akışkan yataklı yöntem, kızgın kok dolaşımli yöntem ve Salem fırını kullanılmaktadır.

2.5.1. İri kömür düşük sıcaklık karbonizasyon yöntemleri

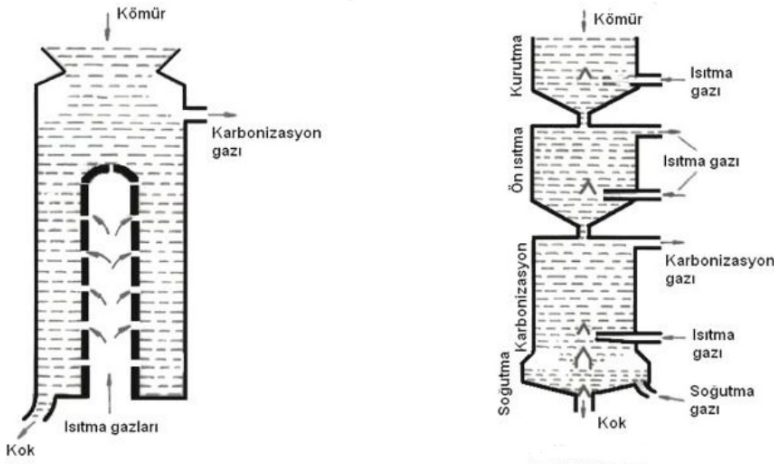
İri kömürlerin düşük sıcaklıkta karbonizasyonu için çeşitli fırın tipleri geliştirilmiştir. Bu fırın tipleri, ısıtma gazının kömürle temas edip etmemesine göre indirekt ısıtılmalı ve direkt ısıtılmalı fırınlar olarak sınıflandırılmaktadır.

İndirekt ısıtılmalı fırınlar: İndirekt ısıtma şeklinde ısı transferi, koklaşma zamanını uzatmaktadır. Direkt ısıtılmalı fırınlarda ise, kömür içinden sıcak gaz geçirilmekte ve kömür parçaları her yanından ısıtıldığı için, koklaşma zamanı daha kısa olmaktadır. Dıştan ve içten ısıtılmalı indirekt fırının şematik görünümü Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. İndirekt ısıtılmalı fırının görünümü

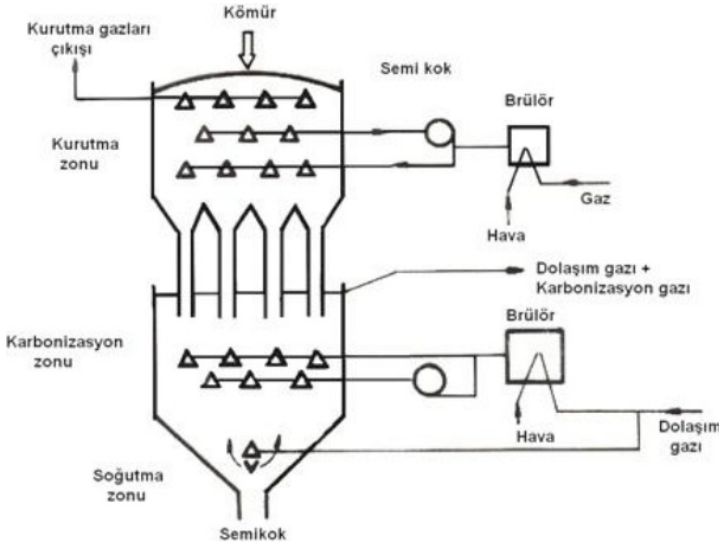
Direkt ısıtılmalı fırınlar: Direkt ısıtılmalı fırınlarda (Şekil 10) ısı gereksinimi, indirekt ısıtılmalı fırınlara göre daha azdır. Ancak direkt ısıtılmalı fırınlarda, katran veriminde önemli bir değişiklik olmazken, yanma gazları koklaşma gazlarına karıştığı için, gaz seyrelmektedir. İndirekt ısıtılmalı fırınlarda kömür tane iriliği 1-20 mm arasında olabilirken, direkt ısıtılmalı fırınlarda daha dar tane iriliğinde istenmektedir. Bu bakımdan, direkt ısıtılmalı fırınlarda, sağlam parçalı linyitler karbonizasyona tabi tutulabilmektedir.



Şekil 10. Direkt ısıtmalı fırınının görünümü

Lurgi direkt ısıtmalı fırın: Lurgi fırınında birinci gövde kısmında kuruyan ve 150° 'ye kadar ısınan kömür, karbonizasyon bölgesine inmektedir (Şekil 11). Karbonizasyon bölümünde, kömür $500-850^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ısıtılabilir. Karbonize olan kömür daha da aşağı indikçe, soğuk inert gazla soğutulmakta ve fırından alınmaktadır.

Karbonizasyon bölgesinde oluşan karbonizasyon gazları fırından çıktıktan sonra, sırasıyla soğutucu, katran tutucular, son soğutucular ve benzin yıkayıcıdan geçirilmekte ve bir kısmı fırını ısıtmada kullanılırken, artan kısmı ise satılmaktadır.



Şekil 11. Lurgi direkt ısıtmalı fırının görünümü

2.5.2. İnce kömür düşük sıcaklık karbonizasyon yöntemleri

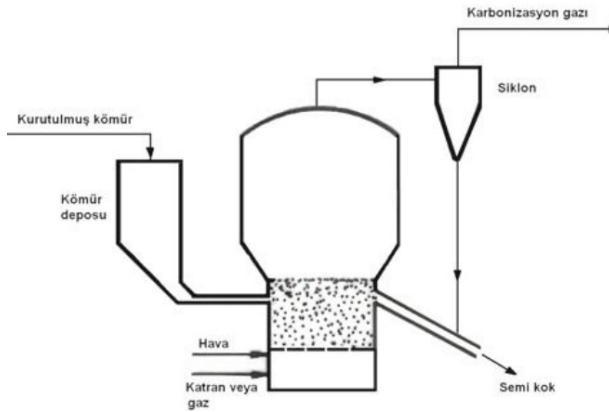
Koklaşma özelliği olmayan taşkömürleri ve linyitleri, ince kömür halinde karbonize ederek semikok, gaz ve katran elde etmek amacıyla bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar;

- ✓ Akışkan yatakta karbonizasyon yöntemi,
- ✓ Kızgın kok dolaşımli karbonizasyon yöntemi,
- ✓ Salem fırınında karbonizasyon yöntemidir.

Akışkan yatakta karbonizasyon yöntemi: Bu yöntemde taneleri yukarı taşımadan, sadece akışkanlaştırmak suretiyle, tanelerle gazın birbirine çok iyi teması sağlanmaktadır. Izgara altında hava+yanıcı gaz karışımı yakılmakta ve oluşan sıcak gaz ızgaradan yukarı doğru çıkarken, üzerine ince kömür verilmektedir. Sıcak gazla temasa geçen kömür, birkaç saniye içinde karbonize olmaktadır. Karbonize olan ince kömür, reaktörün alt kısmından dışarı çıkmakta ve gaza karışan toz ise, siklonda tutularak ince semikoka karıştırılmaktadır (Şekil 12).

Akışkan yataklı fırınlarda, karbonizasyon gazlarının bir kısmı enerji gereksinimi için kullanılabilceği gibi, reaktöre önceden hesaplanan miktarda hava göndererek, bir kısım kömürün (%3-5) yakılması suretiyle de ısı gereksinimi karşılanmaktadır.

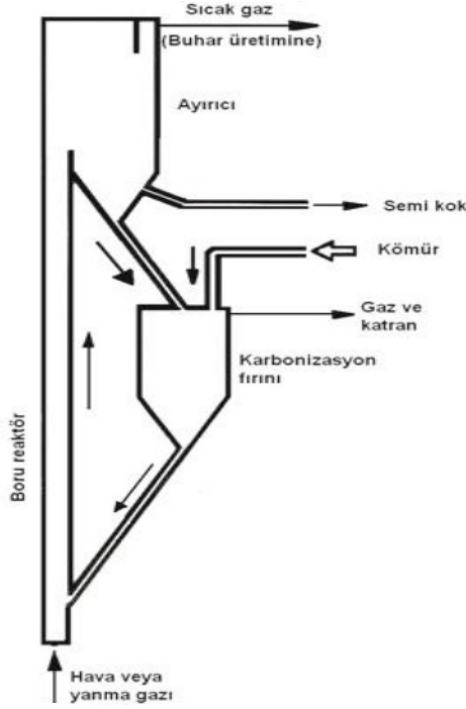
Bu reaktörlerde kömürü 500-900°C arasında karbonize etmek mümkündür. Ancak yüksek sıcaklıklarda kömürün karbonizasyonu yanında, kömür ve oluşan kok, sıcak gaz içindeki CO₂ ve su buharı ile reaksiyona girerek gazlaşmakta ve kütle kaybına uğramaktadır. Bu bakımdan, akışkan yataklı ince kömür karbonizasyonu yönteminde, 650-700°C'den daha yukarı çıkılmamasına dikkat edilmelidir.



Şekil 12. Akışkan yataklı yöntemin şeması

Kızgın kok dolaşımli karbonizasyon yöntemi: Bu yöntemde, karbonizasyona uğrayan kömürün bir kısmı daha yüksek sıcaklığa ısıtılarak, tekrar karbonizasyon reaktörüne verilmekte ve reaktöre verilen taze kömürü ısıtarak karbonize etmektedir.

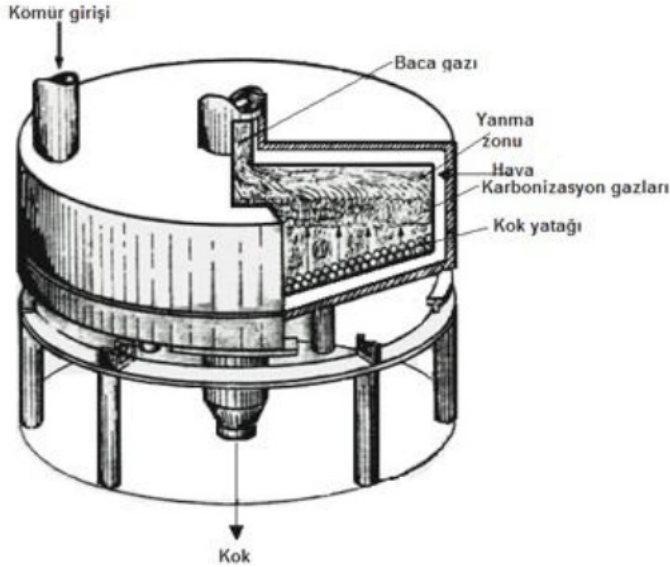
Boru fırın içinde sıcak gaz veya hava ile yukarı taşınan kok, ya sıcak gazın ısısı ya da hava ile akışkan yataкта olduğu gibi bir bölümü yanarak öngörülen sıcaklığa kadar ısıtılmaktadır. Isınarak yukarı çıkan kızgın kok, siklonlarda gazdan ayrılarak, karbonizasyon reaktörüne girmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Kızgın kok dolaşımli yönteminin şeması

Bu yöntemin en önemli özelliklerinden biri, karbonizasyon reaktörüne yabancı gaz girmemesi ve buna bağlı olarak zengin karbonizasyon gazı kazanılmasıdır. Kullanılan kömürün özelliğine bağlı olarak, 4200-4600 kcal/m³ ısı değeri olan gaz elde edilmektedir.

Salem fırını: Salem fırını, alt kısmı dönen ve üst kısmı sabit duran iki kısımdan oluşmaktadır. Fırın 800-900°C'ye ısıtıldıktan sonra, yan üst kısımdan fırına kömür verilmektedir. Sıcak fırına giren kömür hemen karbonize olmakta ve karbonizasyon gazları, fırına verilen hava ile yakılmaktadır ve ilk ateşleme dışında, fırının ısıtılması karbonizasyon gazının yakılması ile karşılanmaktadır (Şekil 14).



Şekil 14. Salem fırınının görünümü

Fırın içinde, kömür tabakasının kalınlığı 100-150 mm arasındadır. Fırının üst kısmına bağlı karıştırıcılar, fırın alt kısmının dönmesiyle, kömürü karıştırmakta ve ortaya doğru taşımaktadır. Fırının içinde; yanma zonu, henüz yanmayan gazlar zonu ve kok zonu olmak üzere 3 zon gözlenmektedir.

3. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Ülkemizde yerli ve milli enerji politikasına yönelik çalışmalar hızla devam etmektedir. Enerjide dışa bağımlılığını azaltmak için yerli kaynaklarımıza olan planlamaların artırılması öngörülmektedir. Buna bağlı olarak Şırnak asfaltitlerinin yukarıda konu edilen teknolojiler ışığında değerlendirilmesi “Enerji verimliliği” açısından son derece önemlidir. Önemli bir ham madde kaynağı olarak görülen asfaltitlerin, safsızlıklarının giderilmesinden sonra teknolojik ürün (sıvılaştırma, gazlaştırma vb) eldesinin araştırılmasına yönelik çalışmaların artırılması gereklidir.

Asfaltitlerin petrol kökenli olması ve çevre mevzuatı nedenleriyle, sıvılaştırma ve gazlaştırma teknolojileriyle değerlendirerek katma değeri yüksek ürünlerin elde edilmesine yönelik çalışmaların ve yatırımların yapılması bölge gelişimi açısından son derece önemlidir.

Kaynaklar

- Adeleke, A.O., Makan, R.S., Ibitoye, S.A. (2007). Studies on the Gieseler plastometry parameters of the American Pittson coal for metallurgical cokemaking at the Ajaokuta Steel Plant, Nigeria. *The Pacific Journal of Science and Technology* 8, 208-211.
- Altun, N.E., Hiçyılmaz, C., Kök, M.V. (2003). Effect of particle size and heating rate on the pyrolysis of Silopi asphaltite. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 67, 369-379.
- Ballice, L. (2002). Classification of volatile products evolved from temperature-programmed pyrolysis of Soma-lignite and Şırnak-asphaltite from Turkey. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 63, 267-281.
- Bentli, İ., Demir, U., Karaağaçlıoğlu, İ.E., Çelik, M.S. (2015). Tarımsal verimi arttırmada leonarditten alkali liç yöntemiyle hümik asit üretimi. *MINEX 2015 6. Madencilik, Doğal kaynaklar ve Teknolojileri Fuarı*, Mayıs 14-16, İzmir.
- Boylu, F. (2013). Modeling of free and hindered settling conditions for fine coal beneficiation through a Falcon concentrator. *International Journal of Coal Preparation and Utilization* 33, 277-289.
- Boylu, F. (2014). Autogenous medium fine coal washing through Falcon concentrator. *Separation Science and Technology* 49, 627-633.
- Can, M.F., Özgen, S., Sabah, E. (2010). A study to recover coal from Turkish lignite fine coal tailings: comparison of Falcon concentrator and multigravity separator (pp:1897-1912). *International Pittsburgh Coal Conference*, October 11-14, İstanbul.
- Celep, O., Alp, İ., Deveci, H., Vıçıl, M., Yılmaz, T. (2006). Knelson santrifüj gravite ayırıcısıyla Mastra (Gümüşhane) cevherinden altın kazanımı. *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi* 19(2), 175-182.
- Demir, U., Bentli, İ. (2011). Tarımsal verimi arttırmada önemli bir hammadde; Leonardit. *Madencilik Türkiye*, 323-332.
- Deniz, V., Özsoy, T. (2002). Saracaova (Nazilli-Aydın) linyit kömür tozlarının briketlenmesi (s:197-204). *Türkiye 13. Kömür Kongresi*, Mayıs 29-31, Zonguldak.
- Engin, V.T., Cöcen, İ. (2013). Leonardit ve hümik maddeler. *Madencilik Türkiye*, 86-92.
- Falconer, A. (2003). Gravity separation: Old technique/New methods. *Physical Separation in Science and Engineering* 12, 31-48.
- Fong, S., S., Seng, L., Majri, N. and Mat, H. (2007). A comparative evaluation on the oxidative approaches for extraction of humic acids from low rank coal of Mukah, Sarawak. *Sociedade Brasileira de Química* 18, 30-40.
- Hiçyılmaz, C. (1990). Kömürün petrografik özelliklerinden yararlanılarak koklaşma özelliklerinin tayini. *Madencilik* 29(4), 23-30.
- Karaca, A., Turgay O.C., Tamer N. (2006). Effect of humic deposit (gyttja) on soil chemical and microbiological properties and heavy metal availability. *Biology Fertility Soils* 42(6), 585-592.
- Kawatra, S.K., Eisele, T.C. (2001). *Coal Desulfurization High-Efficiency Preparation Methods*. Development of Mining and Materials Processing Engineering Michigan Technological University, Taylor and Francis Inc. Michigan, USA, 359 s.
- Kemal, M., Arslan, V. (2010). *Kömür Teknolojisi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No.33, İzmir, Türkiye, 394 s.
- Kemal, M., Arslan, V., Cengizler, H. (2004). Kömür karışımlarının koklaştırılmasında bileşenler arası etkileşimler. *Madencilik* 43(4), 29-40.

- Kemal, M., Saraçoğulları, M., Erben, H.S. (1978). Metalurjikkok üretimine elverişli kömür bazının genişletilmesi olanakları (s:659-683). *Türkiye 1. Kömür Kongresi*, Ocak 23-27, Zonguldak.
- Knelson, B., Jones, R. (1993). A newgeneration of Knelson concentrators a totally secure system goes on line. *Mineral Engineering* 7, 201-207.
- Kural, O. (1998). *Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri*. Özgün Ofset Matbaacılık A.Ş., İstanbul, Türkiye, 785 s.
- Kural, O.,Tangör, A. (1985). Briketlemede yeni boyutlar. *Madencilik* 24(3), 37-43.
- Majumder, A.K., Barnwal, J.P. (2006). Modeling of enhancedgravityconcentrators-presentstatus. *Mineral ProcessingandExtractiveMetall. Rev.* 27, 61-86.
- Majumder, A.K., Tıwarı, V., Barnwal, J.P. (2007). Separationcharacteristics of coalfines in a Knelsonconcentrator- a hydrodynamicapproach. *Coal Preparation* 27, 126-137.
- Miller, B.G. (2005). *Coal Energy Systems*. Elsevier Academic Press, San Diego, USA, 526 s.
- Olulana, A.O., Adahama, A.B., Adeleke, A.O., Ibitoye, S.A. (2009). Pilot scale carbonization studies on Polish Bellview coals for metallurgical cokemaking. *PetroleumandCoal* 51 (1), 8-12.
- Oruç, F., Özgen, S., Sabah, E. (2010). An enhanced-gravity method to recover ultra-fine coal from tailings: Falcon concentrator. *Fuel* 89, 2433-2437.
- Özdoğan, S., Karaosmanoğlu, F. (1998). Kömürün pirolizi (syf:497-509). Kural, O.(Ed.), *Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri*. 28.Bölüm, Özgün Ofset Matbaacılık A.Ş. İstanbul.
- Sağlam, M., Yüksel, M., Tutaş, M., Karaduman, M. (1984). Soma linyit kömürü tozlarından hava ve suya dayanıklı briket üretimi (s:237-249). *Türkiye 4. Kömür Kongresi*, Mayıs Mayıs 7-11, Zonguldak.
- Sharma, A.K., Das, B.P., Tripathi, P.S.M. (2002). Influence of properties of bituminous binders on thestrength of formedcoke. *Fuel Processing Technology* 75, 201-214.
- Sychkov, P.A., Jirnov, B.S., Khajbullin, A.A. (2009). Not fuel using of Brown coal. *Oil and Gas Business*, 1-10.
- Tao, Y., Luo, Z., Zhao, Y., Tao, D. (2006). Experimental research on desulfurization of fine coal using an enhanced centrifugal gravity separator. *J.China Univ.of Mining and Tech.* 16, 399-403.
- Toroğlu, İ. (1992). Zonguldak kömürleri için kok teknolojisi geliştirilmesi. *Türkiye 8. Kömür Kongresi*, Mayıs 4-8, Zonguldak.
- Turgay, O.C., Tamer, N., Türkmen, C., Karaca, A. (2004). Gıda ve ham linyit materyallerinin toprağın biyolojik özelliklerine etkisini değerlendirmede toprak mikrobiyal biyokütlesi (s:827-836). 3. *Ulusal Gübre Kongresi*, Ekim 11-13, Tokat.
- Xia, W., Xie, G., Peng, Y. (2015). Recent advances in beneficiation for low rank coals. *Powder Technology* 277, 206-221.
- Yıldız, N. (2014). *Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme 1.Cilt*. Ertem Basım, Ankara, Türkiye, 720 s.
- Zhang, D. (2005). Thermal decomposition of coal. *Encyclopedia of Life Supp. Systems*, 261-267.
- Zhang, B., Yang, F., Akbarı, H., Mohanty M.K., Brodzik, P., Latta, P., Hirschı, J.C. (2011). Evaluation of a new fine coal cleaning circuit consisting of a stacksizer and a Falcon enhanced gravity concentrator. *International Journal of Coal Preparation and Utilization* 31, 78-95.

ŞIRNAK ASFALTIT (KÖMÜR) HAVZASININ MEVCUT DURUMU VE DEĞERLENDİRME STRATEJİLERİ

Mustafa Ayhan¹

ÖZ

Bu çalışmada, Şırnak asfaltitlerinin rezerv tespitine yönelik bugüne kadar yapılan çalışmalar irdelenmiştir. Şırnak havzasında açık ve kapalı işletme yöntemiyle işletilen ocakların verimlilik ve iş sağlığı ve güvenliği açısından genel bir değerlendirmesi yapılmıştır. Filon bazında projelendirmenin önemine değinilmiştir. Bununla birlikte havzada kapalı ocak işletmeciliğinin gerekliliği ve bu konuda yapılan araştırmalara hız verilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Şırnak Asfaltitleri, Açık ve Kapalı Ocak İşletmeciliği, İş sağlığı ve Güvenliği.

Current Situation and Evaluation Strategies of Şırnak Basin Asphaltites (Coal)

ABSTRACT

In this study, determination of reserves of Şırnak asphaltites have been examined. A general evaluation was carried out in terms of productivity and occupational health and safety of the quarries operated by open and underground mining method in Şırnak basin. The importance of project-based on vein has been mentioned. It was emphasized that the necessity of the underground mining in the basin and the speeding up of the researches carried out in this area.

Keywords: Şırnak asphaltites, Open pit mining and underground mining, Occupational health and safety.

1. GİRİŞ

Gelişmenin önemli göstergeleri arasında sayılan elektrik enerjisinin toplam tüketimdeki payı da yaklaşık son 50 yılda %3,7'den %20'lere kadar yükselmiştir. Genelde kömür rezervleri açısından zengin olan ülkelerin elektrik üretiminde kaynak önceliğini kömüre verdikleri görülmektedir.

¹ Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü. mayhan@dicle.edu.tr

Bu gün dünyada elektriğin %38'i kömürden elde edilmekte olup, bu oran ABD'de %33, Almanya ve Avrupada %43 düzeyindedir. 2016 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin yüzde 17.52'si ithal kömürle 15.35'i taşkömürü ve linyitle (asfaltit dahil) gerçekleştirilmiştir.

İklim değişikliği ile mücadele kapsamında Avrupada gelişen yeni nesil termik santrallerde (yenilenebilir enerji kaynaklarının kesikli bir enerji türü olması nedeniyle) arz güvenliği açısından en önemli kaynak olarak kömür kullanılmaya devam etmektedir. Son yirmi yılda geliştirilen yeni filtreleme teknolojileri ile birlikte Kükürdioksit (SO₂) ve Azotoksit (NO_x) emisyonları sıfıra yakın düzeylere düşürülmüş ve yeni nesil baca teknolojileri sayesinde kömür, temiz bir enerji kaynağı haline gelmiştir. 2017'nin ilk yarısı itibarıyla 682 kömür santralinin faaliyet gösterdiği AB'de, 30 adet yeni santral için de çalışmalar sürdürülmektedir.

Hollanda'nın en rüzgârlı noktasında bile rüzgar türbinlerinin yüzde 30 kapasite çalışırken, termik santrallerin verimlilikleri 1980'lerdeki yüzde 36 düzeyinden bugün itibarıyla %46'ya yükselmiştir. Bu nedenle kömür hâlen dünyanın en etkin enerji kaynaklarından biri olmaya devam etmektedir.

Ülke ekonomisi açısından yerli kömür kaynaklarının kullanılması nasıl bir zorunluluk ise insan ve doğanın sağlığı açısından da temiz kömür teknolojilerinin kullanılması ayrı bir zorunluluktur.

Türkiye'de enerjide %75'lik gibi büyük bir oranla dışa bağımlıdır. Bu rakamı aşağı çekip cari açığımızı azaltacak en önemli yerli kaynak ülkemizin kömür potansiyelinin verimli olarak kullanımınıdır. Çünkü petrol ve doğalgazda rezervlerimiz sınırlı olup %90 civarında dışa bağımlılık söz konusudur.

Yapılan çeşitli çalışmalar, yerli kömürlerimizin etkin kullanılması durumunda, 18 bin MW ile 25 bin MW arasında ilave bir kurulu kapasiteye sahip olunabileceğini öngörülmektedir. Kömür konusunda yapılacak Ar-Ge çalışmalarıyla kömürden daha verimli ve daha temiz faydalanılmayla birlikte önemli istihdam imkânları yaratılabilir.

Enerji kaynaklarından etkin bir biçimde yararlanılmanın yolu; sağlıklı bir istatistikî alt yapıya dayanan doğru uygulanmış havza madenciliğinden geçmektedir. Rezerv tanımlamalarının uluslararası rezerv sınıflandırma sitemleri ile uyumlu olması, jeolojik bilgilerin yanı sıra fizibilite bilgilerini içermesi, daha sağlıklı enerji ve madencilik stratejilerinin oluşturulmasına katkı sunacaktır. Bununla birlikte işletmede olan tesislerin verimliliklerinin artırılması ve yeni kurulacak tesislerde çevre dostu teknolojinin kullanılması önem arz etmektedir.

2005-2013 yılları arasında yaklaşık 1,2 milyon metre sondaj yapılarak, 10 adet yeni kömür sahası keşfedilmiştir. Türkiye'nin yeni bulunan sahalar ile

birlikte kömür rezervleri; 14.5 milyar tonu linyit, 1 milyar tonu taşkömürü olmak üzere 15.5 milyar ton civarındadır. Yeterli aramalar yapıldığında bu rezerv daha da artacaktır. Linyit rezervlerinin büyük bir çoğunluğunun ısıl değeri 1500-2500 kcal/kg'ın arasında değişmektedir.

Kamunun enerji ve maden sektörleri için 2017 yılında ayırdığı toplam yatırım tutarı, bir önceki yıla göre yaklaşık %7 artarak, 6 milyar 799 milyon lira olarak gerçekleşmiştir. Bu yatırımlarının 4 milyar 962 milyon 361 bin lirası enerji sektöründeki 145 projeye ayrılmıştır. Enerji yatırımlarında en fazla payı TEİAŞ almış olup, devam eden ve bu yıl başlanacak projeler için toplam 2 milyar 700 milyon lira yatırım desteği tahsis edilmiştir.

Yeni kömür sahalarının 30 yıllığına özel sektöre devredilerek ekonomiye kazandırılması planlanmaktadır. Türkiye'nin yıllık kömür üretimi 70 milyon tona ulaşmış olup önümüzdeki yıllarda 100 milyon tonları üretmek hedeflenmektedir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından, yeni dönemde yapılacak termik santrallerin ileri filtreleme teknolojileri ile yeni nesil santraller olarak hayata geçirileceğini belirtmektedir. Bununla birlikte eski santrallerin de 2019'a kadar tamamının son teknolojik filtreleme ve çevresel kriterlere göre tasarılanmış baca sistemleri ile yenilenmesi öngörülmektedir.

2. ŞIRNAK ASFALTİT (KÖMÜR) HAVZASININ MEVCUT DURUMU

Asfaltit, petrol kökenli katı bir yakıt olup yüksek yumuşama noktasına sahip doğal asfalt benzeri bir maddedir. Asfaltit maddelerin yerleşimi petrolün göçüne neden olan; hidrostatik basınç, gaz basıncı, kapilarite, gravitasyon ve sıcaklık gibi etkenlere bağlıdır. Hareket halindeki sıvı veya yarı sıvı asfalt, çeşitli kırık ve çatlakları izleyerek yüzeye kadar çıkabilmektedir. Doğada bulunuş şekilleri çeşitli olan asfaltit, Şırnak bölgesinde fay ve çatlak dolguları biçimindedir.

Asfaltitler; elektrik enerjisi ve evsel yakıt olarak kullanımı yanı sıra boya, vernik, oto lastiği, elektrik yalıtımı, batarya koruyucuları, genleştirilmiş kauçuk, zemin karoları, su geçirmez kabloların yapımında ve benzeri çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

Şırnak-Asfaltitlerin değerlendirilmesi ile ilgili olarak: damıtma yoluyla petrol ve gaz üretimi ve küllerinin değerlendirilmesi konularında teknolojik çalışmalar yapılmıştır. Ancak Şırnak Asfaltitleri'de kül ve kükürdü oluşturan mineral maddelerin asfaltit bünyesinde olması nedeni ile tam olarak serbestleşmenin sağlanamaması nedeni ile istenilen oranlarda sonuçlar alınamamıştır. Mevcut durumda Asfaltitin verimli olarak kullanıldığı proje Silopi Elektrik Anonim Şirketine ait Elektrik Üretim Santralinde yakıt olarak kullanılmasıdır. Asfaltite dayalı akışkan yataklı bu termik santral 3x135 (405) MW kurulu güce sahiptir.

Bununla birlikte Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ısınma amaçlı ve çimento ve tuğla fabrikalarında toz kömür olarak kullanılmaktadır. Geçmiş yıllarda Şırnak ve Uludere bölgelerinde özel sektör tarafından iki yeni termik santral fizibilite çalışmaları yürütülmüş, ancak henüz sahada fiili bir çalışmaya başlanılmamıştır.

Şırnak bölgesinde ilk asfaltit (kömür) arama faaliyetleri 1940 yıllarda Harbul Filonunda başlamış olup, diğer Filonlara yönelik çalışmalar 1986 yıllarına kadar devam etmiştir. Havzada bulunan Asfaltit Filonlarına yönelik rezerv tespit çalışmalarında; yer yer yarma, sınırlı sayıda dik ve eğik sondajlar yapılmıştır (Tablo 1). Bu çalışmalar sonucunda Şırnak Havzasında 12 adet Asfaltit Filonu tespit edilmiştir (Şekil 1). Yine bu çalışmalarda, Slip Filonunun diğer Filonlardan farklı bir yataklanma şekline sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Şırnak Bölgesinde Bugüne Kadar Yapılan Asfaltit Arama Faaliyetleri

FİLON ADI	Çalışma Aralığı (yıl)	Sondaj Sayısı	Sondaj Metrajı (m)	Yarma Sayısı
Silopi-Harbul	1940, 1976-1984	46	10.387,30	
Silopi-Slip	1982-1986	22	5.112,70	
Silopi-Üçkardeşler	1980-84	54	10.584,10	
Şırnak-Avgamasya	1964-1983	208	12.738,80	
Şırnak-Milli	1964-1974	10	-	23
Şırnak-Karatepe	1972-1974	4	307,3	24
Şırnak-Seridahli	1972-86	9	1.452,8	
Şırnak-Nivekara	1972-1974	6	529,6	22
Şırnak-İspindoruk	1972-1974	2	-	11
Şırnak-Segürtük	1964-1988	44	2.460,55	10
Şırnak-Rutkekurat	-	-	-	7
Şırnak-Ortasu	1982-1984	12	-	12
TOPLAM		417		109

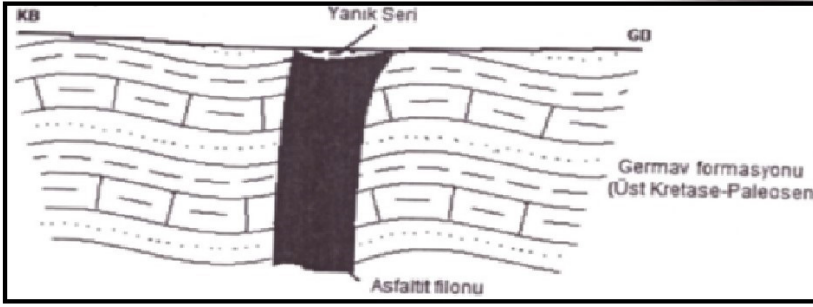


Şekil 1. Güneydoğu Anadolu bölgesindeki asfaltit filonları (Göneç, 1990).

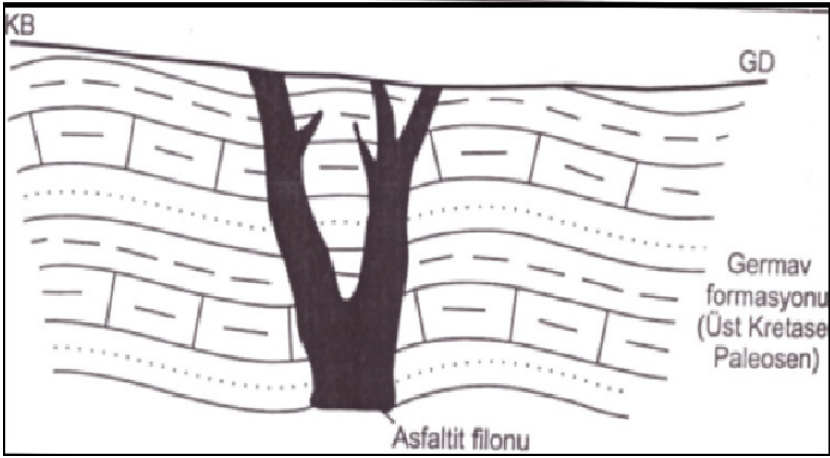
Şırnak havzasında tespit edilen 12 Asfaltit Filonunun Görünür ve Muhtemel Rezervleri Tablo 2’de verilmiştir. Bu Filonların plan ve kesit görünüşleri (Şekil 2, 3, 4) verilmiştir. Rezerv hesaplamalarında belirli bir derinlik baz alınmıştır.

Tablo 2. Türkiye’nin Asfaltit Rezervleri (1000ton) (DEK, 2002b)

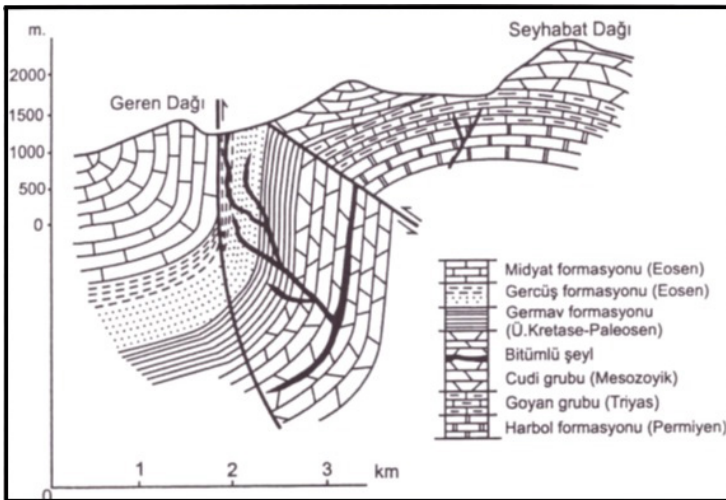
FİLON ADI	GÖRÜNÜR	MUHTEMEL	MÜMKÜN	TOPLAM
Silopi-Harbul	17 914	7 851	-	25765
Silopi-Slip	3 071	1 335	-	4 406
Silopi-Üçkardeşler	9 472	10 861	-	20 333
Şırnak-Avgamasya	7 481	673	-	8 154
Şırnak-Milli	2 000	2 900	1 600	6 500
Şırnak-Karatepe	500	2 000	2 500	5 000
Şırnak-Seridahli	3 534	1 254	1 279	6 067
Şırnak-Nivekara	300	1 000	700	2 000
Şırnak-İspindoruk	100	500	500	1 100
Şırnak-Segürük	550	450	-	1 000
Şırnak-Rutkekurat	-	-	1 000	1 000
Şırnak-Ortasu	551	53	-	604
TOPLAM	45 473	28 897	7 579	81 949



Şekil 2. Avgasıya filonunun güneybatı kesiminin şematik enine kesiti (Ünalın, 1990).



Şekil 3. Cudi dağından geçen K – G şematik kesit (Ünalın, 1990).



Şekil 4. Güneydoğu Anadolu'da Geren ve Seybahat dağlarından geçen enine kesit (Lebküchner vd., 1972).

Şu ana kadar tespit edilen 12 Asfaltit filonunun kalorifik değeri (alt ısı değeri) 2876 ve 5440 kcal/kg (12041-22341 kJ/kg) arasında değişmekte, bu filonların görünür rezervi: 45.473.000, muhtemel rezerv:28.897.000, mümkün rezerv: 7.579.000 ton olmak üzere toplam: 81.949.000'dur.

3. SONUÇLAR ve ŞIRNAK ASFALTİT (KÖMÜR) HAVZASININ DEĞERLENDİRME STRATEJİLERİNE AİT ÖNERİLER

Madencilik yatırımları “Yüksek maliyetli, uzun arama ve tespit dönemi içeren” yatırımlar olarak nitelendirilmektedir. Diğer yandan madencilik; katma değeri yüksek ve yoğun emek gerektiren bir sektör olması nedeniyle istihdam açısından oldukça avantajlı bir sektördür.

Bölgemizde maden arama faaliyetleri uzun zamandır yeterince yapılamamaktadır. Önceki arama çalışmalarına dayanarak yapılan rezerv tespitleri, madenlerimizin gerçek potansiyelini ortaya koymada yetersiz kalmaktadır. Şırnak havzasındaki asfaltit rezervleri içinde benzer durum söz konusudur. Günümüzde özel sektör tarafından yürütülen sondajlı arama faaliyetlerinde, daha önceki çalışmalarda Filonların devamlılığının olmadığı belirtilen bazı sahalarda asfaltit damarları kesilmiştir. Dolayısıyla yeni Filonların aranması ve tespit edilen Filonların yayılımı ve uzanımları net olarak ortaya konulmalıdır. Sistematik bir şekilde yürütülecek etüt ve arama faaliyetleriyle havzanın kömür potansiyelinin artış göstereceği kuvvetle muhtemeldir.

Günümüzde ulaşılan açık ve kapalı ocak teknolojileri dikkate alınarak her bir Filon bazında açık ve kapalı işletme sınırları belirlenmelidir. Asfaltit yan kayaç ilişkisi temelinde; filonun geometrisi, uçucu gaz içeriği, kalori, kül vb. faktörlerin nasıl değişim gösterdiği irdelenmelidir.

Enerji bakanlığı tarafından madencilik sektöründe uygulanan bürokrasi sürecinin azaltılması ve yeni teşviklerin yapılması konusunda ciddi adımlar atılmaktadır. Ruhsatlandırma, ilgili heyetlerin kısa sürede bölgeye gelmeleri, delme-patlatma izinlerinin süratle verilmesi, gerekli koşulları sağlayan işletmelerde patlayıcı madde depolarının kurulması için izinlerin alınması bölgede yürütülen madencilik faaliyetlerine ivme kazandıracaktır.

Şırnak asfaltit sahaları fay (eski faylar) denetimli bir havza yapısına sahip olması nedeniyle asfaltit sahalarının araştırılmasında bölgenin tektonik yapısı göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle Siirt-Pervari Bölgesinde yüksek kalorili yeni Asfaltit Filonlarının bulunma ihtimali yüksektir.

Bölgedeki asfaltit ocakların büyük bir bölümünde açık işletme yöntemi uygulanmıştır. Ancak bu ocakların büyük bir bölümünde yürütülen faaliyetler; maden işletme tekniğine uygun yapılamadığı için dik ve yüksek şevler oluşturulmuş olup, ciddi şev stabilitesi sorunları söz konusudur. Bu durum kaynaklarımızın

verimli bir şekilde kullanılmaması yanı sıra iş sağlığı ve güvenliği problemlerine neden olmaktadır. Yine bölgede sınırlı miktarda maden işletme tekniğinden uzak yeraltı ocak işletmeciliği yapılmaktadır.

Artan enerji ihtiyacına paralel olarak daha derinlerdeki Asfaltitlerin üretilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu anlamda madencilik bilim ve teknolojilerin uygulandığı açık işletmelerle birlikte, Şırnak havzasında yeraltı üretim yönteminin uygulanması için gerekli çalışmaları bir an önce başlatılmalıdır.

Petrol bir türevi olarak tanımlanan asfaltitlerin bünyelerinde yüksek oranda uçucu, parlayıcı ve patlayıcı gazlar (hidro karbonlar) bulunmaktadır. Dünyada, yeraltı üretim metoduyla işletilen bir Asfaltit ocağı bulunmamaktadır. Bu nedenle yeraltı işletmeciliğine geçmeden filon bazında asfaltitlerin gaz içerikleri ve kendiliğinden yanma yatkınlıkları tespit edilmelidir. Yeraltı üretim yöntemi, havalandırma ve kazı metodu bu veriler ışığında yapılmalıdır.

Asfaltitlerde Yeraltı İşletmeciliğinin uygulanabilirliği konusunda TKİ tarafından ön çalışmalar başlatılmıştır. Bu çalışmalara; Özel Sektör, Tübitak ve Üniversiteler dahil edilmelidir. Yürütülecek çalışmalardan pazitif sonuçların elde edilmesi durumunda havzanın kömür potansiyelinin önemli bir kısmının uygun yer altı madenciliği yapılarak değerlendirilmesi ve ülke ekonomisine kazandırılması mümkün olacaktır.

Yüksek kaloriye sahip olması nedeniyle asfaltitler termik santrallerde linyite nazaran çok daha az miktarda kullanılarak daha yüksek enerji üretimi sağlanabilmektedir. Asfaltit, gerek Türkiye’de gerekse Dünya’da açık maden işletmeciliği ile üretilmektedir. Bölgenin dağlık topoğrafik yapısından dolayı açık işletmecilikte ekonomik işletme sınır derinliği belli seviyelerden sonra aşılacağı ve açık ocak işletmeciliği ile üretimin gerçekleştirilmesinin mümkün olamayacağına işaret etmektedir. Asfaltit Filonlarının oldukça derin kotlara kadar devam ettiği dikkate alındığında, asfaltitin yeraltı üretim teknikleri ile üretimi bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Anon, (2018). Türkiye Madenciler Derneği, Sektörden Haberler Bulteni, Özel Sayı:69 s.32
 Gönenç, D. (1990). Asfaltitler ve Türkiye’deki Asfaltit Yatakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu, (yayımlanmamış) Ankara.
 Ünalın, G. (1977). Isı akısı, Jeotermal gradyan ve petrol. Yeryuvarı ve İnsan, 2, 3, 54-70.

ŞIRNAK İLİ MADENCİLİK FAALİYETLERİ

Yasemin Kınaş¹

Mustafa Sever²

ÖZ

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde faaliyetini sürdüren, madencilik sektöründe denetimin tek elden yürütülmesini sağlayan ve ruhsat veren bir kurum olarak Maden İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye’de faal olan ruhsat sahiplerinin faaliyetlerini takip ederek üretimin artırılması ve ülke ekonomisine büyük katkılar sağlanması konusunda aktif bir şekilde çalışmaktadır.

Asfaltit üretimi konusunda ülkemizde ilk sırada yer alan Şırnak ilinin madencilik faaliyetlerini yakından inceleyebilmek için, bu çalışmada, Şırnak ilinin coğrafik konumu dikkate alınarak sahip olduğu maden yatakları konusunda önemli bilgilere yer verilmiştir. Söz konusu bilgiler hem halkın hem de yatırımcıların bilgilendirilmesine yönelik olarak derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Şırnak, asfaltit, madencilik.

MİNING ACTIVITIES OF ŞIRNAK

ABSTRACT

Mining Affairs General Directorate continuing its activities within the organization of The Ministry of Energy and Natural Resources as an institution allowing mining sector inspection from a single source and giving mine license to the appropriate minefields works actively to increase the mine production by tracking the activities of mine license holders working actively in Turkey and ensure a major contribution to the national economy.

In this study to analyze the mining activities of Şırnak being at the first place between all province in our country about of the production of asphaltite, by considering geographical position of Şırnak important information about Şırnak’s minefields has been given. This given information is composed to inform both the public and investors.

Keywords: Şırnak, asphaltite, mining.

1 Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, yasemincan@migem.gov.tr

2 Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, msever@migem.gov.tr

1. GİRİŞ

Bir ülkenin maden yatakları bakımından zengin olması kısa ve uzun vadeli yatırım planlarının yapılmasına zemin hazırlayarak ülke ekonomisinin zenginleşmesini ve madencilik sektörüne ilişkin politikalar geliştirebilmesini sağlamaktadır. Ülkemiz maden çeşitliliği ve rezervleri açısından, dünyada madencilikte adı geçen sayılı ülkeler arasında yer almaktadır. Özellikle, önemli bir maden olan asfaltit üretimi konusunda ülkemizde ilk sırada yer alan Şırnak ili, sadece Türkiye’de değil dünyada da söz konusu maden özelliği ile bilinmektedir.

Şırnak ili, bir kısmı Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde diğer bir kısmı da Doğu Anadolu Bölgesi sınırları dahilinde konumlanan bir ildir. Şırnak ilini çevreleyen yerleşim yerleri batıda Mardin, kuzeyde Siirt, kuzeydoğuda Hakkari illeri olmakla birlikte güneyde Irak ve Suriye ülkeleri yer almaktadır.

Şırnak ili ve yakın çevresinde yapılan çalışmalar sonucunda endüstriyel ve enerji hammaddelerine yönelik oluşumlar tespit edilmiştir. Bunlar fosfat, çimento hammaddeleri ve asfaltittir. Fosfat oluşumlarına Uludere ilçesinde rastlanırken, Merkez ve Cizre ilçelerinde ise çimento hammaddesi olarak kullanılmaya elverişli kil ve kireçtaşı potansiyelleri yer almaktadır (MTA, 2010).

Bu çalışmada, Şırnak ilinin coğrafi konumu dikkate alınarak sahip olduğu maden yatakları konusunda önemli bilgilere yer verilmiştir. Söz konusu bilgiler hem halkın hem de yatırımcıların bilgilendirilmesine yönelik olarak derlenmiştir.

2. MADENCİLİK İLE İLGİLİ MEVZUAT DEĞİŞİKLİKLERİ VE SÖZ KONUSU DEĞİŞİKLİKLERİN MADENCİLİK SEKTÖRÜNE YANSIMALARI

Ülkemizde madencilik faaliyetleri, 15.06.1985 tarihli 3213 sayılı Maden Kanunu ile yürütülmektedir. 3213 Sayılı Maden Kanununun, 3382, 5177 ve 5995 sayılı kanunlarla gerek aksaklıkları giderebilmek gerekse çevresel hassasiyetler de dikkate alınarak günün şartlarına göre birçok maddesi yeniden düzenlenmiştir. Son olarak, 18.02.2015 tarih ve 29271 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 6592 sayılı “Maden Kanunu İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” 04.02.2015 tarihinde kabul edilerek 3213 sayılı Maden Kanununun bazı kısımları değiştirilmiş ve bir kısım gereklilikler eklenmiş ve bazı maddeleri ise yürürlükten kaldırılmıştır.

Bakanlar Kurulu kararı ile 2 Ağustos 2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren yeni uygulamayla; Avrupa Birliği üyesi Ülkeler, EFTA Üyesi Ülkeler, İsrail, Makedonya, Bosna Hersek, Fas, Batı Şeria ve Gazze Şeridi, Tunus, Mısır, Gürcistan, Arnavutluk, Ürdün, Şili, Sırbistan, Karadağ, Kosova, Güney Kore, Morityus ve Malezya menşei olanlar hariç olmak üzere; 2701.12.90.00.00 GTİP kodlu Kömür (Diğerleri-elektrik üretiminde kullanılmayanlar hariç) ithaline, brüt ağırlık üzerinden ton başına 15 ABD Doları

“Ek Mali Yükümlülük” getirildi. Bu uygulama ile yer altında atıl duran kömür kaynaklarımızın ekonomiye kazandırılması da teşvik edilmiştir.

Maden Kanununda yapılan iyileştirmeler ile;

- Madencilik sektörü tek bir yasal çatı altında toplanarak sektörün arzuladığı tek mevzuat gerçekleştirilmiştir.
- Yatırımcıya daha fazla ruhsat güvencesi getirilmiştir.
- Ruhsat müracaatlarına belirli kıstaslar getirilerek mali yeterlilik şartı getirilmiş, projeli arama dönemi başlatılarak arama dönemleri, ön arama, genel arama, detay arama olarak üç döneme ayrılmış ve her dönem sonunda yapılacak faaliyetlere yeterlilik şartı getirilmiştir.
- Ciddi risk sermayesi gerektiren arama faaliyetlerine yönelik olarak, profesyonel ve uluslararası standartlara uygun maden aramanın önü açılmıştır.
- Maden ruhsat harçları, ruhsat teminatları kaldırılarak “ruhsat bedeli” adı altında tek bir bedel alınması sağlanmıştır.
- MİGEM’e verilmesi gereken proje, faaliyet raporu gibi belgelerin yetki verilmiş tüzel kişiler tarafından yapılması sağlanmıştır.
- Kanuna aykırı faaliyette bulunulan ruhsatlara idari para cezası uygulaması getirilmiştir.

Ruhsat devirlerinin Bakanlık onayı ile gerçekleştirilmesi sağlanmış ve devirlerde ruhsat bedelinin iki katı tutarında “devir bedeli” alınması uygulaması getirilmiştir.

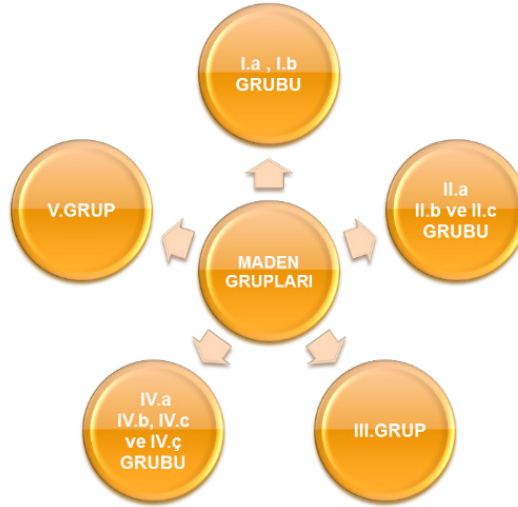
- Teknik nezaretçilik kaldırılmış, daimi nezaretçiliğin ve yetkilendirilmiş tüzel kişilerin görev ve sorumlulukları düzenlenmiştir.
- Kıymetli madenlerde Devlet hakları uluslararası piyasalardaki fiyatlara endeksli hale getirilmiştir.
- Yap-İşlet-Devret modeli ile yapılan ihalelerin sözleşmelerinde hammaddenin ihaleyi yapan kamu kurum ve kuruluşunca karşılanmayacağı hükmünün bulunması halinde ihaleyi alana hammadde üretim izni verilmesi, ancak bu hammaddeler için ihaleyi alandan Devlet hakkı ve çevre ile uyum teminatı alınması yönünde düzenleme yapılmıştır.
- Daha önce ruhsatlandırılmamış alanların, II (b) ve IV. Grup ruhsatlar dışında tüm maden gruplarının ihale ile ruhsatlandırılması yönünde düzenleme yapılmıştır.
- Havza madenciliğine yönelik olarak ruhsatların, alan sınırlaması dikkate alınmaksızın birleştirilebilmesi sağlanmıştır.

- Arama dönemleri geçişlerindeki iptal işlemleri kaldırılmış, Ön Arama, Genel Arama ve Detay Arama dönemi faaliyetleri ile ilgili olarak verilecek olan arama faaliyet raporları ve harcama kalemlerinin süresinde ve tam olarak verilmesi sağlanmış, aksi takdirde idari para cezası uygulaması getirilmiştir.
- Ruhsat sahibince, işletme ruhsatı yürürlük tarihinden itibaren üç yıl içinde Kanununun 7 nci maddesine göre alınması gerekli izinlerin getirilmemesi halinde iptal yerine idari para cezası verilmesi sağlanmıştır.
- Belli süreler için üretim yapılmayan ruhsat sahalarına iptal yerine idari para cezası verilmesi sağlanmıştır.
- Maden işletmelerinde yapılacak denetimlerde işletme projesine aykırı faaliyette bulunulduğunun tespit edilmesi halinde üretim faaliyetinin durdurulmasına ek olarak idari para cezası verilmesi yönünde düzenleme getirilmiştir.
- Havza madenciliği kapsamında faaliyetlerin yürütülmesi için birden fazla ruhsatı içine alacak şekilde ortak bir proje hazırlanması ve bu projeye göre faaliyetlerin yürütülmesi esası getirilmiştir.
- Madencilik faaliyetlerinin yapıldığı alanlarda faaliyetlerin çeşitli nedenlerle yapılamaz duruma gelmesi halinde aynı ilde belirlenecek yeni alanlara ruhsatların taşınması sağlanmıştır.
- Maden ruhsat sahasının cinsi, rezervi, bulunduğu bölge, tenörü, istihdam, yatırım, ülke ihtiyaçları ve benzeri hususlar dikkate alınarak şartnamelerde açıkça belirtmek kaydıyla ara ve uç ürün üretme şartını içeren ihaleler yapılması yönünde düzenleme getirilmiştir.
- Havza madenciliğini geliştirmek ve jeolojik yapıyı aydınlatmak amacıyla yeni oluşturulan alanlar ile herhangi bir sebeple hükümden düşmüş, terk edilmiş veya taksir edilmiş sahalarda, alan sınırlamasına bakılmaksızın birleştirilerek ihale edilmesi sağlanmıştır.
- Birden fazla sahada görev yapabilecek teknik nezaretçilik sistemi terk edilerek, her sahada bir maden mühendisinin görev yapacağı daimi nezaretçilik uygulaması getirilmiştir. Küçük işletmeler olan kaynak tuzlaları bu uygulamadan muaf tutulmuştur.
- Nezaretçi olmadan üretim yapan ruhsatlar için idari para cezası verilmesi sağlanmıştır.
- Çevre ile uyum çalışmasının Hazinesinin özel mülkiyetindeki yerler ile Devletin hüküm ve tasarrufu altındaki yerlerde yapılması halinde uygulamanın usul ve esasları, Maliye Bakanlığı ile müştereken belirlenmesi sağlanmıştır.

- Bor tuzları için Eti Maden İşletmelerine diğer madenlerdeki Belediye Kanununa göre ödenmesi gereken belediye paylarından farklı ve daha yüksek bir bedel uygulaması getiren Maden Kanununun 6. ek maddesi yürürlükten kaldırılarak bor madenleri de belediye payları yönünden diğer madenlerdeki gibi genel uygulamaya tabi tutulmuştur.
- Kamu kuruluşları dışında yer altı kömür işletmelerinde rödovans sözleşmesi kaldırılmıştır.
- Mevcut dolomit ruhsatlarına alan sınırlaması getirilerek 100 hektardan büyük ruhsatların 100 hektar halinde ruhsatlandırılması sağlanmıştır.

3. MADENLERİN SINIFLANDIRILMASI VE KULLANIM ALANLARI

Yer kabuğunda ve su kaynaklarında tabii olarak bulunan, ekonomik ve ticari değeri olan petrol, doğalgaz, jeotermal ve su kaynakları dışında kalan her türlü madde 3213 sayılı Maden Kanuna göre maden olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 1. Maden grupları

Madenler Tablo 1’de yer alan gruplara göre ruhsatlandırılmaktadır.

Tablo 1. Maden gruplarına karşılık gelen maden isimleri

MADEN GRUPLARI	MADEN İSİMLERİ
I-A GRUP	Kum ve Çakıl
I-B GRUP	Tuğla-Kiremit Kili, Tras vb. madenler
II-A GRUP	Agrega üretiminde kullanılan madenler.
II-B GRUP	Doğal Taşlar
II-C GRUP	Entegre Çimento, Kireç ve Kalsit öğütme tesisinde kullanılan kayaçlar
III. GRUP	Eriyik halde bulunan Tuzlar, CO2 Gazı, Hidrojen Sülfür

IV-A GRUP	Bentonit, Bor Mineralleri Feldispat vb. madenler.
IV-B GRUP	Turba, Linyit, Taşkömürü vb. madenler
IV-C GRUP	Altın, Gümüş, Platin vb. madenler
IV-Ç GRUP	Uranyum, Toryum, Radyum vb. madenler
V. GRUP	Elmas, Safir, Yakut, vb. Değerli Taşlar.

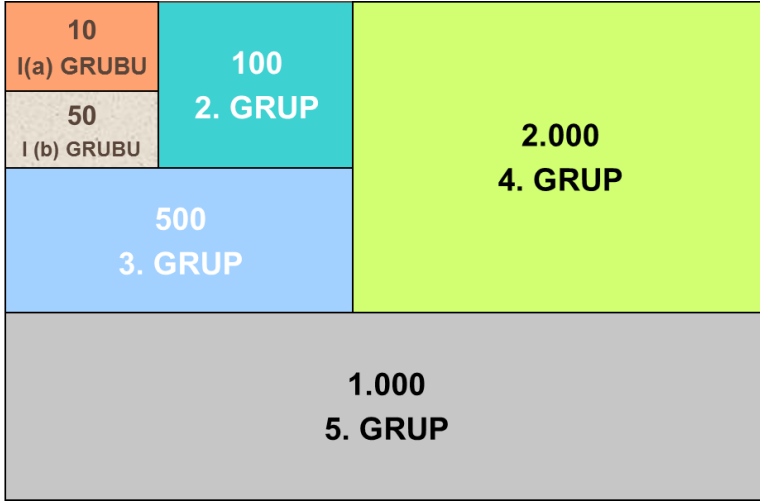
3.1. İlk müracaat ve ruhsatlandırma

II. Grup (b) bendi ve IV. Grup madenler dışındaki ruhsatlar ihale ile verilir. I. Grup, II. Grup (a) ve (c) bendi madenler için doğrudan işletme ruhsatı verilir. II. Grup (b) bendi, III. Grup ve IV. Grup madenler arama ruhsatı, V. Grup madenler arama sertifikası ile aranır. II. Grup (b) bendi ve IV. Grup madenler için yapılan müracaatların işletme ruhsat taban bedeli ödenerek yapılması zorunlu olup müracaatlarda öncelik hakkı esastır.

I. Grup (a) bendi madenler için alanlar il özel idarelerince ihale edilerek işletme ruhsatı verilir. İhale edilecek alanlar Genel Müdürlüğün uygun görüşü alınarak belirlenir. Bu madenlerin ihale bedeli büyükşehir belediyesi dışındaki illerde il özel idarelerinin hesabına yatırılır. Özel mülkiyete tabi alanlar ihale edilemez. Mülkiyet sahibinin kendi mülkiyeti üzerinde ruhsat talep etmesi halinde bir bedel alınmaz. Bu madenler için, özel mülkiyete tabi alanlarda mülk sahibinin izninin alınması halinde büyükşehir belediyesi olan illerde valiliklerce, diğer illerde İl Özel İdaresi tarafından belirlenen muhammen bedelin yatırılmasını müteakip üçüncü şahıslara da ruhsat verilir.

3.2. Maden gruplarının alan büyüklükleri

I. Grup (a) bendi ruhsatların alanı 10 hektarı geçemez. I. Grup (b) bendi madenlerde 50 Hk., II. Grup (a) ve (c) bendi madenlerde 100 Hk. geçmeyecek şekilde doğrudan işletme ruhsatı; II. Grup (b) bendi madenlerde 100 Hk., III. Grup madenlerde 500 Hk., IV. Grup madenlerde 2.000 Hk. geçmeyecek şekilde ve tamamı denizlerde verilen III. ve IV. Grup madenlerde 50.000 Hk. geçmeyecek şekilde arama ruhsatı düzenlenir. V. Grup madenlerde 1.000 Hk. geçmeyecek şekilde arama sertifikası düzenlenmektedir. Maden grupları ve söz konusu maden gruplarına ilişkin alanlar Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Maden grupları ve alanları

3.3. Maden ruhsat aşamaları

Maden ruhsat aşaması arama dönemi ve işletme dönemi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

- **Arama Dönemi**: Ön Arama, Genel Arama ve Detay Arama dönemlerini kapsamaktadır.

IV. (b), (c) ve (ç) bendi maden arama ruhsatlarında detay arama dönemini takiben fizibilite çalışmalarına ihtiyaç duyularak gerekçesi ile birlikte Genel Müdürlüğe müracaatta bulunmaları ve talebin uygun bulunması halinde, detay arama dönemi sonrasında 2 yıllık bir fizibilite dönemine hak sağlar.

NOT: Fizibilite dönemi, Detay arama faaliyetleri sonunda belirlenen maden kaynağının ekonomik değer olarak işletilebilirliğini göstermek amacıyla yapılacak çalışmaların gerçekleştiği dönemdir.

- **İşletme Dönemi**

3.4. İşletme ruhsatı

I. Grup (b) bendi ve II. Grup (a) ve (c) bendi madenler için ihale bedelinin yatırılmasından itibaren 2 ay içinde, diğer maden grupları için arama ruhsat süresi sonuna kadar, yetkilendirilmiş tüzel kişilerce maden mühendisinin sorumluluğunda hazırlanmış işletme projesi ruhsat sahibi tarafından Genel Müdürlüğe verilir. Proje ile birlikte projenin uygulanabilmesi için gerekli olan mali yeterliliğine ilişkin belgeler ve genel bütçeye gelir kaydedilmek üzere ilgili muhasebe birimi hesabına işletme ruhsatı taban bedelinin yatırıldığına dair belgenin Genel Müdürlüğe verilmesi zorunludur. Taleplerin uygun görülmesi halinde 1 ay içinde işletme ruhsatı düzenlenir.

Ruhsat sahibi her yıl nisan ayı sonuna kadar bir önceki yıl içinde gerçekleştirdiği işletme faaliyeti ile ilgili teknik belgeleri, işletme faaliyet raporunu ve işletme sahasında arama yapmış ise arama ile ilgili bilgileri Genel Müdürlüğe vermekle yükümlüdür.

3.5. İşletme izni

- (1) II. Grup (a) ve (c) bendi ve patlatma yapılarak üretim yapılan I. Grup (b) bendi madenlerin projesinde talep edilen izin alanına ve kırma-eleme tesis yerlerine, Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğunda olan yollara 1/5000 ölçekli imar planı onaylanmış alanlara, organize hale gelmiş tarım ve hayvancılık bölgelerine, denizlere, göllere, birinci derece sit alanlarında fiziki olarak ortaya çıkarılmış kültürel varlıkların ön görünüm alanında yatay olarak en az 500 metre mesafede, ön görünüm alanı dışında ise en az 150 metre mesafe dahilinde izin verilmez. Ancak Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğunda olan yol kenarlarında, alternatif alan bulunmaması veya coğrafik ve bölgesel şartlar dikkate alınarak, Karayolları Genel Müdürlüğü'nden izin alınması durumunda izin verilebilir. Temdit, talepleri kazanılmış haklar dikkate alınarak değerlendirilir. Bu fıkradaki mesafeler, ihtiyaç halinde faaliyetlerin boyutu, işletme yöntemi, emniyet tedbirleri ile arazinin topoğrafik ve jeolojik yapısı dikkate alınarak Bakanlıkça arttırılabilir. Mesafeler yatay olarak hesaplanır.
- (2) Kanun hizmeti veya umumun yararına ayrılmış yerlerden yatay olarak en az 500 metre mesafe dahilinde izin düzenlenemez.
- (3) Kırma-eleme tesislerinde toz indirgeme sistemi olacak şekilde bunkerler, kırıcılar, elekler, bantlar ve malzeme dökülme noktalarının en az ünite bazında kapatılması yönünde işletme projesi hazırlanması ve işletilmesi esastır.
- (4) Kanun kapsamında daha sonra geçici tesis yapılması durumunda toz indirgeme sistemi olacak şekilde ve bunkerler, kırıcılar, elekler, bantlar ve malzeme dökülme noktalarının kapatılması zorunludur. Aksi halde tesisin faaliyeti durdurulur.
- (5) Ruhsat veya hammadde üretim izin sahasına galeri atımı yöntemi ile patlatma yapılamaz.

3.6. Daimi nezaretçi

Kaynak tuzları hariç olmak üzere maden ruhsat sahalarındaki işletme faaliyetleri, maden mühendisi nezaretinde yapılır. Maden ruhsat ruhsat sahalarındaki işletme faaliyetlerinde asgari bir maden mühendisi daimi olmak üzere, işletme tekniği, büyüklüğü ve yapısal durumu göz önüne alınarak diğer mesleki disiplinlerden mühendis istihdam edilmesi zorunludur.

3.7. Ruhsat bedeli

Mevcut ruhsatların ruhsat bedeli yatırma yükümlülüğü 1/1/2016 tarihinde başlamıştır. Ruhsat bedelinin süresinde yatırılmaması halinde 13. madde (maden arama projesi ile ilgili madde) hükümleri uygulanır. Ruhsat bedelleri yatırılan ruhsatların, ruhsat teminatları iade edilir.

Bu maddenin (4/2/2015-6592/24.md.) yürürlüğe girdiği tarihte teminat iradı yapılması gerekmesine rağmen yapılamayan veya teminat irat işlemleri başlatılıp sonuçlandırılmayan işlemler için bu Kanuna göre uygulanmamış teminat iradı kadar idari para cezası uygulanır.

Teminat iradı işlemleri nedeniyle iptal durumuna gelmesine rağmen iptal edilmeyen ruhsatların iptal işlemleri sonuçlandırılır.

3.8. İhale

Herhangi bir sebeple hükümden düşmüş, terkedilmiş veya taksir edilmiş alanlar ile II. Grup (b) bendi ve IV. Grup madenler dışındaki yeni alanlar ihale yolu ile ruhsatlandırılır. İhale ilanı Resmi Gazete’de yayımlanır.

3.9. Rödovans

Mevcut rödovans sözleşmelerinin, bu maddenin yürürlüğe girdiği tarihten itibaren 3 ay içinde Genel Müdürlüğe verilmesi zorunludur. Aksi takdirde rödovans sözleşmesi ile yapılan madencilik faaliyetleri durdurulur.

Kamu kurum ve kuruluşları ile iştirakleri hariç olmak üzere, yer altı kömür madenciliğine dair rödovans sözleşmeleri sona erdirilmeyen ruhsat sahalarının süre uzatım talepleri kabul edilemez.

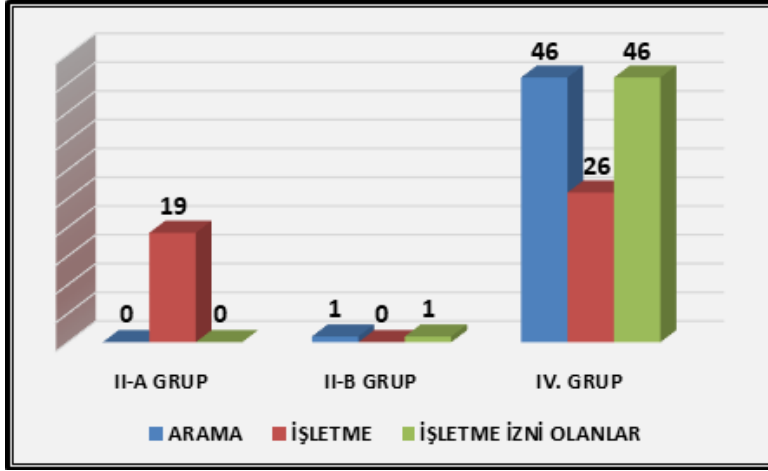
4. ŞIRNAK İLİ SEKTÖREL İSTATİSTİKLER

4.1. Maden gruplarına göre ruhsat sayısı

Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre Şırnak ilinde 47 adet arama, 45 adet işletme olmak üzere toplamda 92 adet ruhsat vardır. İşletme ruhsatlarının tamamına yani 47 adetine işletme izni düzenlenmiştir.

Tablo 2. Maden Gruplarına Göre Ruhsat Sayısı (Adet)

RUHSAT AŞAMASI	II-A GRUP	II-B GRUP	IV. GRUP	TOPLAM
ARAMA	0	1	46	47
İŞLETME	19	0	26	45
TOPLAM	19	1	72	92
İŞLETME İZİNİ OLANLAR	0	1	46	47



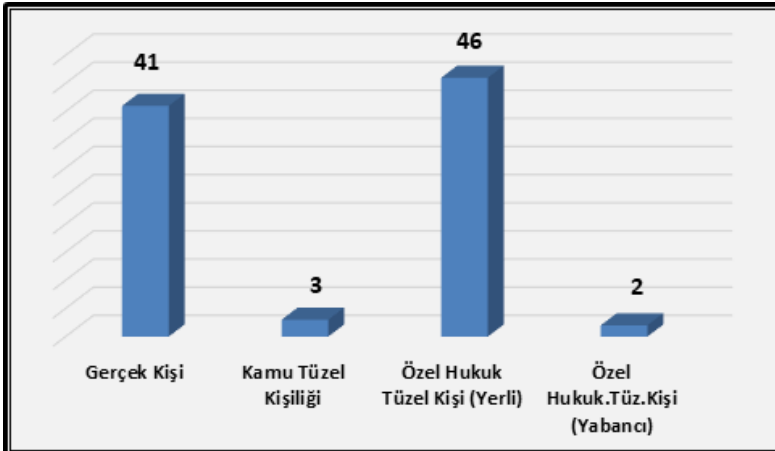
Şekil 3. Maden gruplarına göre ruhsat sayısı (Adet)

4.2. Kişi türüne göre ruhsat sayısı

Maden İşleri Genel Müdürlüğü' nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre kişi türü gerçek kişi, kamu tüzel kişiliği, özel hukuk tüzel kişisi yerli ve yabancı olmak üzere 4 sınıfta gruplandırılmaktadır.

Tablo 3. Kişi türüne göre ruhsat sayısı (Adet)

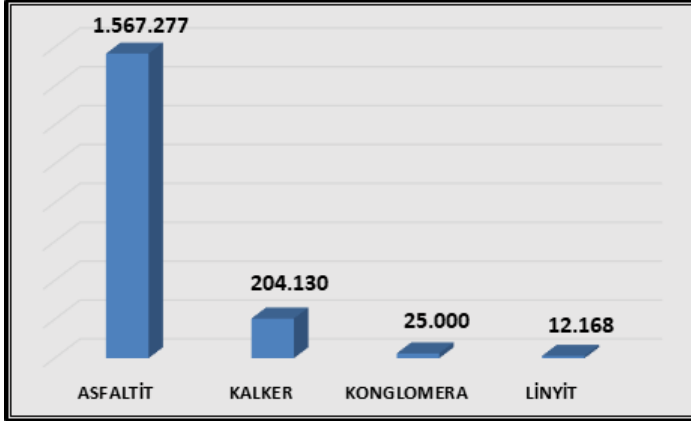
KİŞİ TÜRÜ	RUHSAT SAYISI
Gerçek Kişi	41
Kamu Tüzel Kişiliği	3
Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	46
Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yabancı)	2
Genel Toplam	92



Şekil 4. Kişi türüne göre ruhsat sayısı (Adet)

4.3. 2016 yılında üretim yapılan madenler

Şırnak'ta 2016 yılında asfaltit, kalker, konglomera ve linyit madenlerinde üretim yapılmıştır. Şekil 5'te ton cinsinden söz konusu madenlerin değerleri gösterilmiştir.



Şekil 5. 2016 yılında üretim yapılan madenler (Ton)

4.4. 2016 yılında devlet hakkı alınan madenler

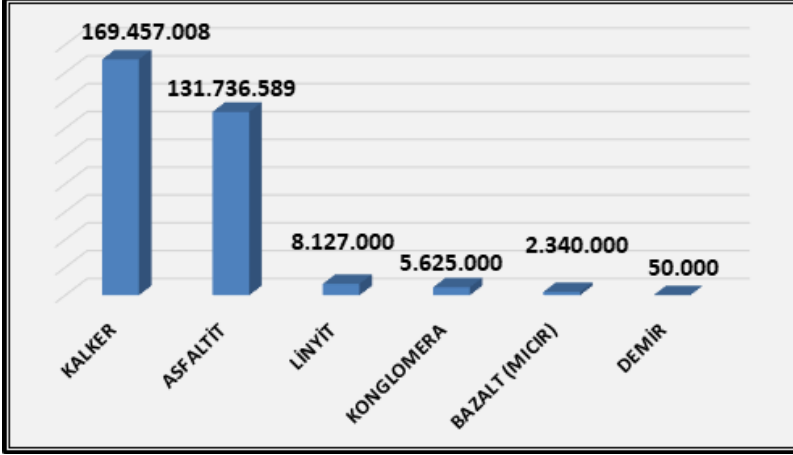
Bir maden ruhsatı işletme izni olduğu halde o yıl üretim yapmasa bile proje beyanı üzerinden devlet hakkı ödemek zorundadır. Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre 2016 yılında devlet hakkı alınan madenlere ilişkin değerler TL olarak Şekil 6'da gösterilmiştir. En fazla devlet hakkı alınan maden asfaltit olmuştur. İkinci sırada ise kalker yer almaktadır.



Şekil 6. 2016 yılında devlet hakkı alınan madenler (TL)

4.5. Maden rezervleri

Maden İşleri Genel Müdürlüğü' nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre Şırnak ilinde en çok rezervi bulunan ilk 3 maden sırasıyla kalker, asfaltit ve linyittir.



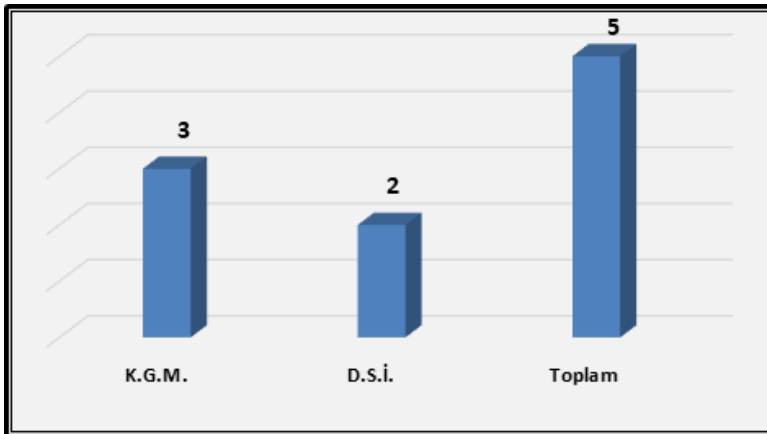
Şekil 7. Maden rezervleri (Ton)

4.6. Hammadde üretim izinleri

Maden İşleri Genel Müdürlüğü' nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre Şırnak ilinde II-A grubu madenlerden 3 adeti Karayolları Genel Müdürlüğü ve 2 adeti Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü olmak üzere Şırnak ilinde toplamda 5 adet hammadde üretim izni düzenlenmiştir.

Tablo 4. Hammadde Üretim İzinleri (Adet)

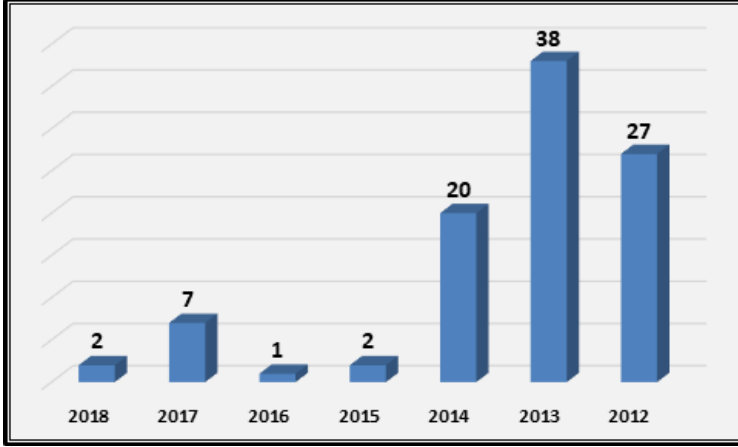
RUHSAT AŞAMASI	K.G.M.	D.S.İ.	Toplam
II-A GRUBU	3	2	5



Şekil 8. Hammadde üretim izinleri (Adet)

4.7. Yıllara göre müracaatların sayısı

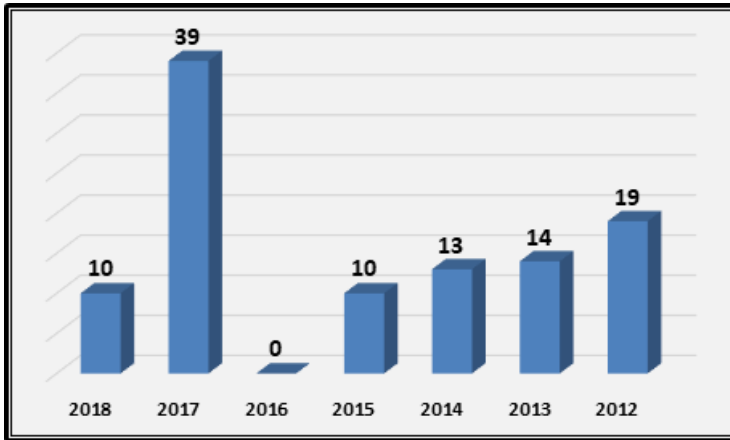
Maden İşleri Genel Müdürlüğü' nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre Şırnak ilinde 2002-2018 yılları arasında müracaatların sayısı Şekil 9'da gösterilmiştir. Müracaatların sayısı yıllara değişiklik göstermektedir. En fazla müracaat 2013 yılında gerçekleşmiştir.



Şekil 9. Yıllara göre müracaatların sayısı (Adet)

4.8. Yıllara göre denetlenen saha sayısı

Maden İşleri Genel Müdürlüğü' nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre Şırnak ilinde 2002-2018 yılları arasında denetlenen saha sayısı Şekil 10'da gösterilmiştir. 2017 yılında denetim sayısı en üst seviyeye ulaşmıştır.



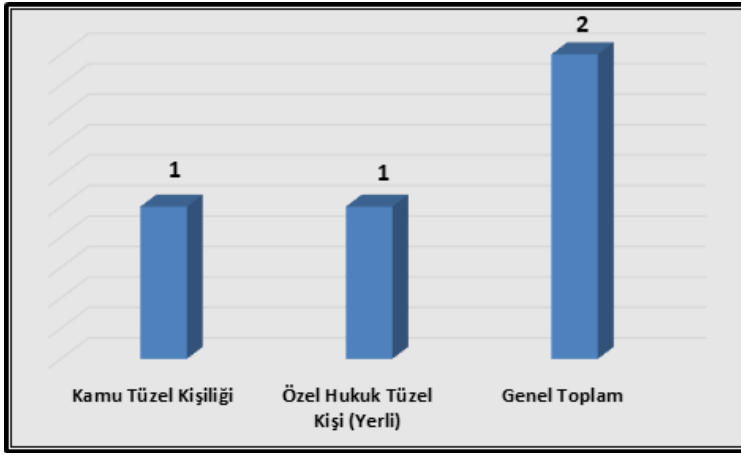
Şekil 10. Yıllara Göre Müracaatların Sayısı (Adet)

4.9. Kişi türüne göre jeotermal ruhsatlar

Maden İşleri Genel Müdürlüğü' nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre Şırnak ilinde 1 adet arama ruhsatı kamu tüzel kişiliği ve 1 adet özel hukuk tüzel kişisi yerli olmak üzere toplamda 2 adet jeotermal ruhsatı vardır.

Tablo 5. Kişi Türüne Göre Jeotermal Ruhsatlar (Adet)

Kişi Türü	Ruhsat Aşaması		
	Arama	İşletme	Genel Toplam
Kamu Tüzel Kişiliği	1	0	1
Özel Hukuk Tüzel Kişi (Yerli)	1	0	1
Genel Toplam	2	0	2



Şekil 11. Kişi Türüne Göre Jeotermal Ruhsatlar (Adet)

5. BULGULAR

Öncelikle Türkiye’de uygulanan Maden Kanunu ve kanunda yapılan değişiklikler ele alınmıştır. Söz konusu değişikliklere ilişkin getirilerin neler olduğuna değinilmiştir. Sonrasında maden grupları ve sınıflandırmaların nasıl yapıldığı anlatılmıştır. Son olarak Şırnak ilinin sahip olduğu madenlerle ilgili istatistiklere yer verilmiştir.

Maden İşleri Genel Müdürlüğü' nün 2018 yılı Mart ayı verilerine göre Şırnak ilinde 47 adet arama, 45 adet işletme olmak üzere toplamda 92 adet ruhsat vardır. İşletme ruhsatlarının tamamına yani 47 adetine işletme izni düzenlenmiştir. Kişi türü gerçek kişi, kamu tüzel kişiliği, özel hukuk tüzel kişisi yerli ve yabancı olmak üzere 4 sınıfta gruplandırılmaktadır. Şırnak’ta 2016 yılında büyüklük sırasına göre asfaltit, kalker, konglomera ve linyit madenlerinde üretim yapılmıştır. 2016 yılında en çok devlet hakkı alınan maden asfaltit olup ikinci sırada kalker yer almaktadır. Şırnak ilinde en çok rezervi bulunan ilk 3 maden sırasıyla kalker,

asfaltit ve linyittir. II-A grubu madenlerden 3 adeti Karayolları Genel Müdürlüğü ve 2 adeti Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü olmak üzere Şırnak ilinde toplamda 5 adet hammadde üretim izni düzenlenmiştir. 2002-2018 yılları arasında müracaatların sayısı değişiklik göstermektedir. En fazla müracaat 2013 yılında gerçekleştirilmiştir. Şırnak ilinde 1 adet arama ruhsatı kamu tüzel kişiliği ve 1 adet özel hukuk tüzel kişisi yerli olmak üzere toplamda 2 adet jeotermal ruhsatı vardır.

6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Uzun yılların birikimi ile hazırlanan Maden Kanununu ile ilgili çalışmalara devam edilmekte olup madenlerin ekonomiye daha fazla katkısının sağlanması konusunda her türlü koşul değerlendirilmektedir. Türkiye çapındaki maden sahalarında gerekli iyileştirmeler hızlı bir şekilde yapılmaktadır. Ayrıca madencilik sektöründe yaşanan iş kazalarını mevcut kaza istatistikleri çerçevesinde en az seviyeye indirme konusunda çalışmalara hız kazandırılmıştır. Madenlerde sağlık ve güvenlik kültürü kurumsal kültürün bir parçası olarak görülmektedir. Maden işyerlerinin güvenlik riskleri nedeniyle, işyerlerinde eskiden beri var olan ve yürütülen çalışmaların; 2012 yılı sonrasında yürürlüğe giren yeni mevzuata uygun olarak sürdürülebilmesi ve İSG faaliyetlerinin bütünlüğünün sağlanması ve tüm işyerlerinde yeni güvenlik kültürü anlayışının kurumsal kültüre entegrasyonu yönünde çalışmalara devam edilmektedir.

Şırnak, il sınırları içerisinde bulunan Cudi dağında Nuh tufanının gerçekleşmesi yönünden manevi, önemli asfaltit yataklarına sahip olması bakımından maddi olmak üzere hem maddi hem de manevi yönden zengin kaynaklara sahiptir. Bu çalışmada Şırnak ilindeki maden yatakları konusunda istatistiki bilgilere yer verilmiştir. Ancak Şırnak ilinde yenilenebilir enerji, güneş ve rüzgar enerjisi, bio-enerji, hidrolik enerji kurulması da değerlendirilmektedir. Bu bilgiler ışığında kısa ve uzun vadeli yatırımların artırılması hedeflenmektedir.

Kaynaklar

http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden_potansiyel_2010/Sirnak_Madenler.pdf (Erişim tarihi: 07.05.2018).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Maden İşleri Genel Müdürlüğü (2017). 3213 Sayılı Maden Kanunu, Ankara.

MADENCİLİK UYGULAMALARINDA YERLİ TEKNOLOJİ

C. Okay Aksoy¹

ÖZ

Yürüyen tahkimatlar, ülkemiz yeraltı kömür ocaklarında en çok tercih edilen tahkimat tipi olmakla beraber tamamı yurt dışından ithal edilmektedir. Ülkemizdeki var olan duruma bakıldığında yürüyen tahkimatların ne tasarımına yönelik bir bilgi birikimi bulunmaktadır ne de üretime yönelik bir çalışma vardır. Yurt dışından satın alınan yürüyen tahkimatlar genellikle üretildikleri ülkenin, kendi yeraltı kömür ocağı şartlarına uygun olarak dizayn edilirler. Ancak her yeraltı kömür ocağına ait farklı şartlar vardır ve bu ocakların özel gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu şartlar altında ithal edilen yürüyen tahkimatlar ülkemiz kömür ocakları gereksinimlerini karşılayamamakta ve yurt dışına döviz çıkışına sebep olmaktadır. Araştırma kapsamında, ilk kez Türk Mühendisler tarafından tasarlanan ve KORUYUCU olarak isimlendirilen yeni nesil hafif tam mekanize yürüyen tahkimatın prototipi üretilmiştir. Makale, üretilen bu KORUYUCU Prototipi'nin tasarım sürecini ve üretim aşamalarını kapsamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yerli teknoloji, Mekanizasyon, Yeraltı madenciliği, Tahkimat.

A New Generation Lightweight Full Mechanized Shield Type Hydraulic Support Designed for Underground Coal Mines

ABSTRACT

The mechanized supports, which imported from abroad, are the most preferred type of support for underground coalmines in Turkey. In view of the existing situation in our country, there is no knowledge of designing mechanized support nor is there a work for production. The imported mechanized support are usually designed according to the requirements of their underground coalmine in the country where they are manufactured. However, there are different requirements for each underground coalmine and the specific requirements of these mines must be considered. Under these conditions, the imported mechanized supports cannot

1 Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Buca-İZMİR, okay.aksoy@deu.edu.tr

get used to the requirements of the coalmines of our country and caused outflow of foreign currency from our country. Within the scope of the research, a prototype of a new generation lightweight hydraulic mechanized support which called as KORUYUCU designed by Turkish engineers and was produced for the first time. The article takes the design process and production stages of this PROTECTIVE PROTOTYPE produced in.

Keywords: National technology, mechanization, Underground mining, Support.

1. GİRİŞ

1.1. Tahkimat Tanımı

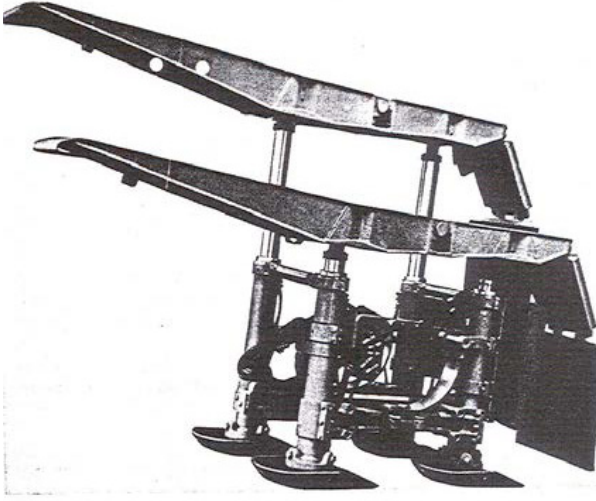
Bir yapıyı destekleyen ve onları tahkim eden ekipmanlar ‘‘tahkimat’’ olarak adlandırılır. Tahkimat sözcüğünün anlamı Güncel Türkçe Sözlükte; maden yatağında açılan bir boşluğun çökmesini önlemek amacıyla yapılan sağlamlaştırma işlemi şeklindedir. Tahkimatın madencilikteki özel tanımı ise; maden ocağında açılan galeri, kuyu ve üretim yerlerindeki can ve mal kaybını önlemek amacıyla yapılan, belli başlı ortak özelliklere sahip ağaç, beton ve çelik malzemeler şeklindedir. Bahse konu tahkimat türlerinin yüksek miktarda yük taşıyıp, esnek özellikte olmasının yanı sıra hem maden açıklıklarında hem de tahkimatın kendi üzerinde oluşan deformasyonlara minimum düzeyde izin vermeleri beklenir.

1.2. Mekanize Tahkimat

Madencilik sektörünün diğer sektörlerde olduğu gibi, teknolojik gelişmelerle uyumlu ve çağın gerektirdiklerine ayak uydurup, bu doğrultuda ilerlemesi beklenir. Bu beklentinin bir sonucu olarak yeraltı madenciliği uzun ayak üretim yönteminde üretim hızını ve üretim miktarını daha güvenli çalışma şartları sağlayarak arttırmak için bazı revizyonlara gidilmiştir. Mekanize tahkimat sistemleri de bu revizyonlar sonucu üretilip, sektörde kendine geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Mekanize tahkimatlar yirminci yüzyılın ortalarında geliştirilmeye başlanmış olup, gelişim sırasına göre üç başlık altında incelenebilir.

1.2.1. Çerçeve Tipi Mekanize Tahkimat

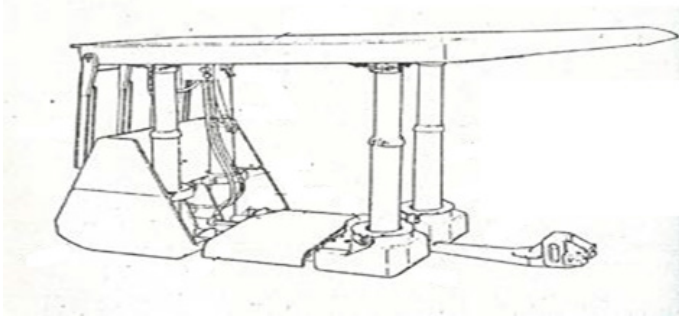
Mekanize tahkimatların ilk hali olan çerçeve tipi mekanize tahkimat Şekil 1.1’de görülmektedir. Tabanlarında bir şaseye sahip olan bu tipte, tek veya iki sarmayı destekleyen hidrolik direkler vardır. Çift sarmaya sahip çerçeve tipi mekanize tahkimatta, sarmalar birbirine mafsal ile bağlıdır. Bunların yanı sıra aralıklı olarak monte edilen ayna konveyörünü itme ve tahkimatı ilerletme düzenekleri bulunur.



Şekil 1.1. Çerçeve tipi mekanize tahkimat

1.2.2. Domuz Damı Tipi Mekanize Tahkimat

Çerçeve tipi tahkimatta olduğu gibi tabanında bir şasesi bulunan domuz damı tipi mekanize tahkimat tipinde, tek ve geniş alanlı bir sarma vardır. Bu sarma dört veya altı adet hidrolik direk ile desteklenir (Şekil1.2). Tahkimatı ilerletme düzeneği ve ayna konveyörü itme ekipmanları şaseye bağlı bir haldedir.



Şekil 1.2. Domuz Damı Tipi Yürüyen Tahkimat

1.2.3. Kalkan Tipi Mekanize Tahkimat

Mekanize tahkimatların gelişim sürecinde en son üretilen tahkimat çeşidi olan kalkan tipi tahkimatlar, önceki çeşitlerde yaşanan sorunlar sonucu üretilmişlerdir (Şekil 1.3). Göçük hattının ayağın dört metre gerisinde oluşturulduğu diğer tahkimat çeşitlerinde, ayak arkasının göçertilme işlemi gecikir. Göçertme işleminin gecikmesi sonucu ise tahkimat üzerine gelen yükler artarak, tahkimatın daha kolay deformasyona uğramasına zemin hazırlar. Kalkan tipi mekanize

tahkimatlarda göçüğün, ayağın hemen arkasında oluşması sağlanarak bu soruna bir çözüm getirilmiştir.

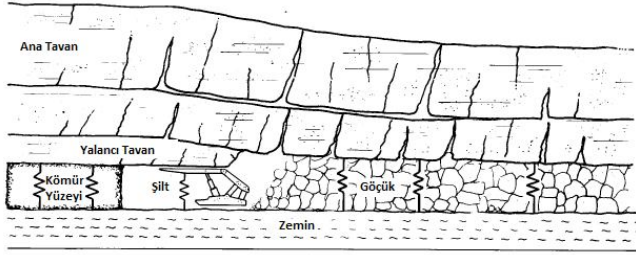


Şekil 1.3. Kalkan Tipi Mekanize Tahkimat

2. MEKANİZE TAHKİMAT TASARIMI

Uzun ayak üretim yöntemi ile çalışılacak olan madenlerde tahkimat seçimi ve tasarımı, panoların açılacağı tabakanın deformasyon davranışı göz önünde bulundurularak yapılır. Uzun ayak tavanının, tahkimatın kapelerine temas eden yüzeylerinde, oluşan deformasyonlara karşı bir yük geliştirilir. Kazıdan sonra oluşan yalancı tavan, normal kaya kütlelerinden daha zayıf olup, tahkimat ilerletildikten sonra çöker. Tahkimat sistemi, tavadan ayrılan ve kömür veya göçükle desteklenmeyen yalancı tavanın yükünü de taşımak zorundadır. Katman hareketlerinden kaynaklanan yatay ve düşey yükler tahkimatın üzerine biner.

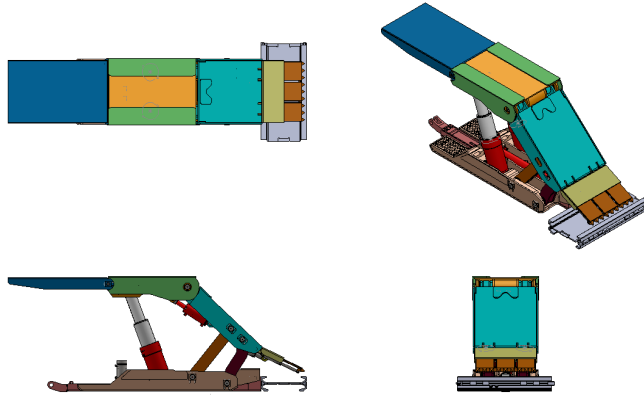
Ayakta tavanın davranışı ve tahkimat üzerine binen yüklerin örnek bir gösterimi Şekil 2.1’de verilmiştir. Kömür tabakası ve göçük, tahkimata yardımcı unsurlar olup bütün yükün tahkimat üzerine bindirilmesi doğru değildir. Genellikle; tahkimatın, göçüğün ve kömür tabakasının üzerine binen yükler, destek elemanlarının dayanımlarına bağlı olarak dağıtılır. Tabaka kontrolü açısından dayanımlara bakıldığında kömür tabakasının ve göçüğün dayanımı, şiltin dayanımından daha yüksektir ve bu da tahkim yapan esas elemanın tek başına şilt olmadığı bir kanıttır.



Şekil 2.1. Tavan davranışı ve tahkimat yüklenmesi

2.1. Koruyucu Tasarımı

KORUYUCU ismini verdiğimiz ve analizlerini yapmış olduğumuz tahkimat, kalkan tipi mekanize tahkimattır. Tahkimatın ön kapesi 1600 mm, kalkanı 1260 mm, arka kapesi 1260 mm, temel çerçevesi 2552mm ve teleskopları maksimum seviyede iken 1800 mm'dir. Teleskopların minimum seviyede olması halinde tahkimat 800 mm yüksekliğindedir. KORUYUCU 'ya ait üç boyutlu görünüm, Şekil 2.2'de verilmiştir.

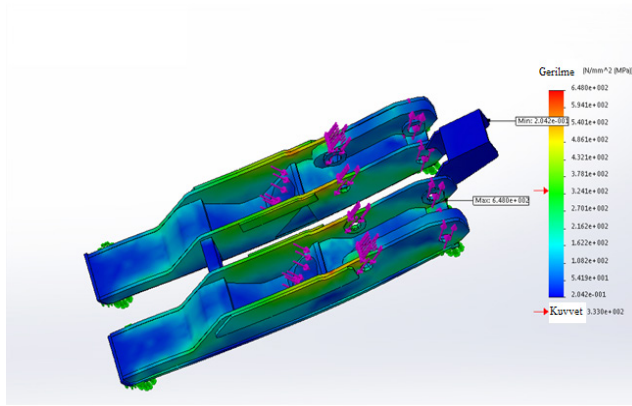


Şekil 2.2. KORUYUCU isimli mekanize tahkimat

3. TAHKİMAT ANALİZLERİ

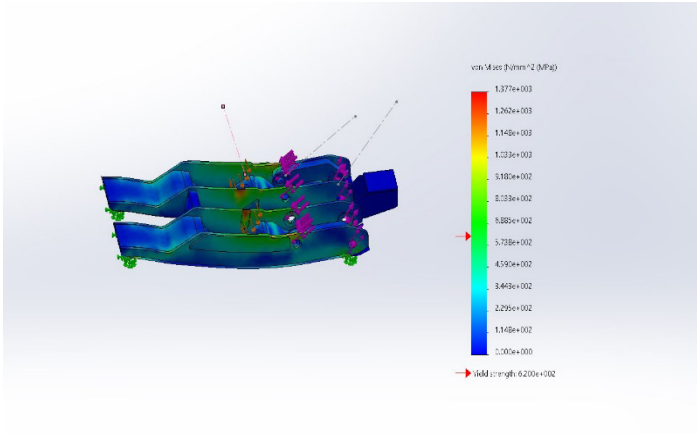
3.1. Temel Çerçeve

Temel çerçeve analizlerinde öncelikle nihai çekme gerilmesi 333 MPa olan S355 J2+N materyali kullanılarak testler yapılmıştır. Şekil 3.1'den görülebileceği üzere teleskopların olduğu yere gele gerilmeler uygun değildir.

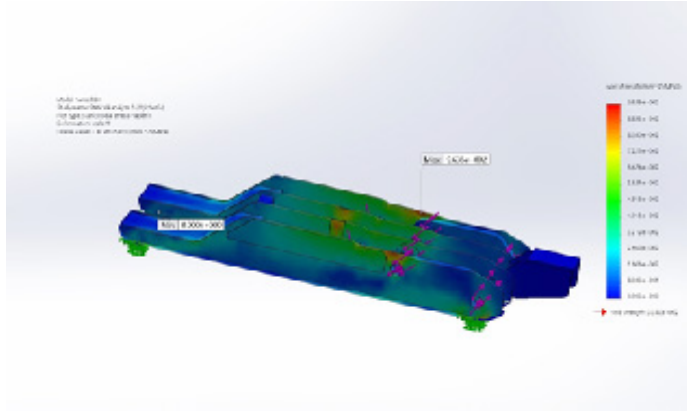


Şekil 3.1. Temel çerçeve basma ve çekme analizleri

Bu nedenle nihai çekme gerilmesi 620 MPa olan S690 QL malzemesi kullanılarak analizler yapılmıştır (Şekil 3.2). Analizlere bakıldığında S690 QL malzemesinin, S355 J2+N'ye göre daha sağlam ve daha esnek olmasına rağmen hala sıkıntılar yaşandığı görülmüştür. Dolayısıyla teleskop noktalarına daha güçlendirilmiş bir malzemenin kullanılması durumunda sorunun çözüleceği düşünülmüştür. Alt tablanın S690 QL malzemesinden olduğu ancak teleskop monte yerlerine HARDOX 400 malzemenin kullanıldığı yük analizleri Şekil 3.3'te verilmiştir.



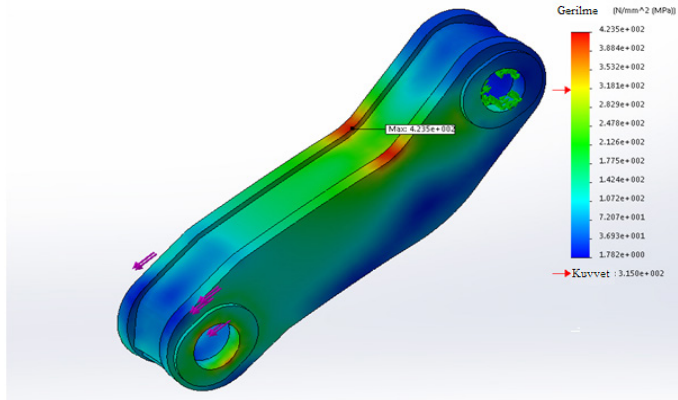
Şekil 3.2. S690 QL malzemesi kullanılarak yapılan temel çerçeve analizleri



Şekil 3.3. Alt tabla S690 QL teleskop yerleri HARDOX 400 malzemesi kullanılarak yapılan analizler

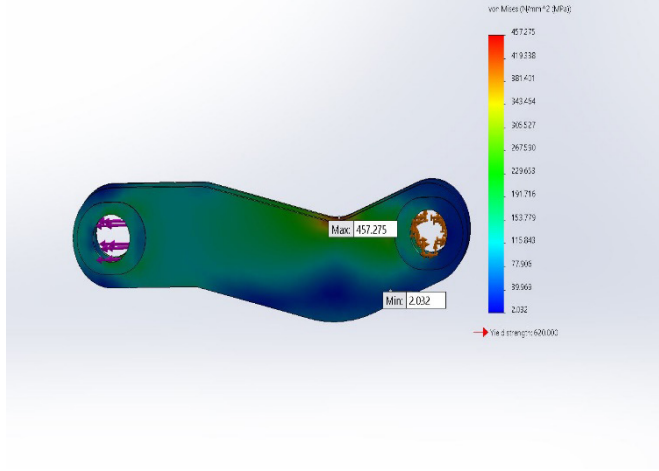
3.2. Arka Lemniskat

Nihai çekme gerilmesi 333 MPa olan S355 J2+N materyali kullanılarak yapılan arka lemniskat çekme gerilmesi analizlerinde, kullanılan materyal yetersiz gelmiştir (Şekil3.4.).



Şekil 3.4. Arka lemniskata uygulanan çekme gerilmesi analizi sonucu

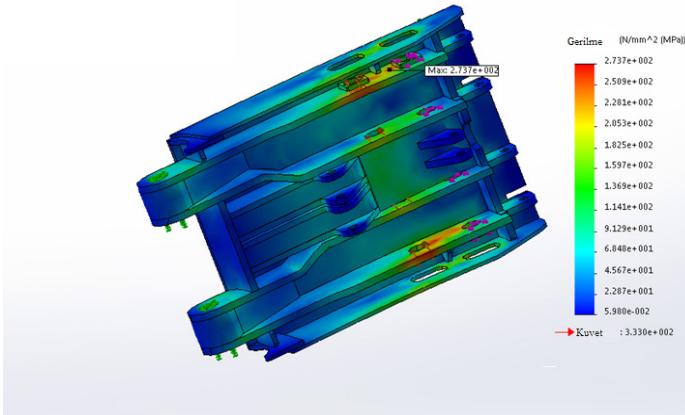
Analizlere göre uygun çekme gerilmesinin minimum 450 MPa olduğu saptanmıştır. Bu nedenle nihai çekme gerilmesi 690 MPa olan S690 QL malzemesi kullanılmıştır ve Şekil 3.5 'te bu malzemeyle yapılan analizler verilmiştir. Tercih edilen malzemenin analizlerine göre normlara uygun davrandığı ve güvenli bölgede olduğu görülmüştür.



Şekil 3.5. S690 QL malzemesi kullanılarak yapılan analiz

3.3. Kalkan

Tahkimat kalkanına, ön ve arka lemniskatlar yük altındayken bir çekme gerilmesi etki eder.

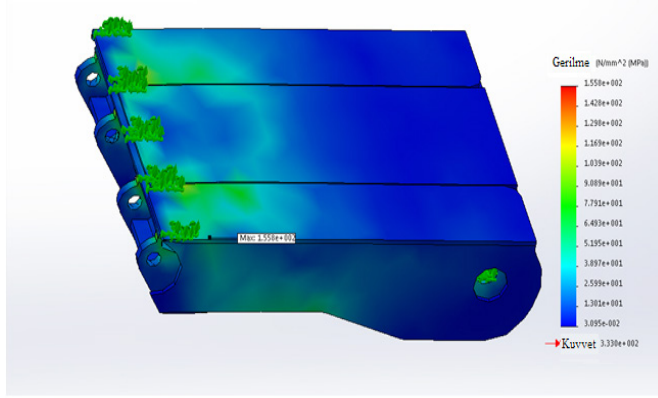


Şekil 3.6. Kalkana yapılan çekme gerilmesi analiz sonucu

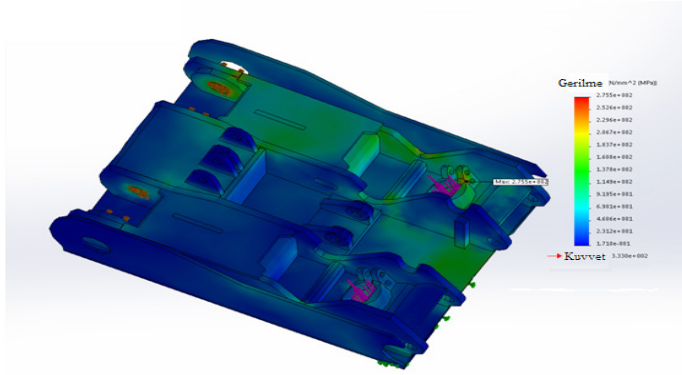
Nihai çekme gerilmesinin 333 MPa olduğu S355 J2+N malzemesi kullanılarak yapılan testler sonucunda, kullanılan bu materyalin uygunluk gösterdiği ve güvenli bölgede olduğu görülmüştür (Şekil 3.6).

3.4. Arka Kape

Kapeler üzerine çekme gerilmesi ve burkulma analizleri uygulanmıştır. Yapılan bu analizlerin sonuçları Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de verilmiştir. Kullanılan malzemenin nihai çekme gerilmesi 333 MPa'dır. S355 J2+N materyalinin uygunluğu ve güvenli bölgede olduğu analizlerin sonuçlarından elde edilmiştir.



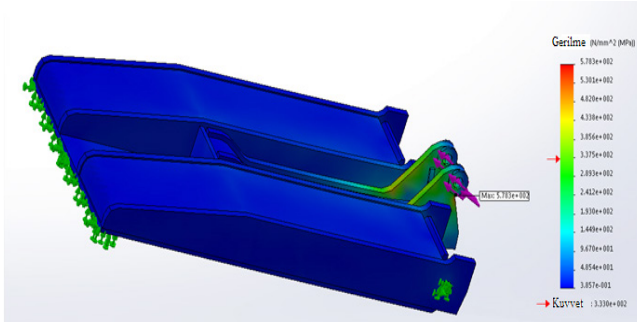
Şekil 3.7. Arka apeye yapılan çekme gerilmesi analiz sonucu.



Şekil 3.8. Kapeye yapılan basma gerilmesi analiz sonucu.

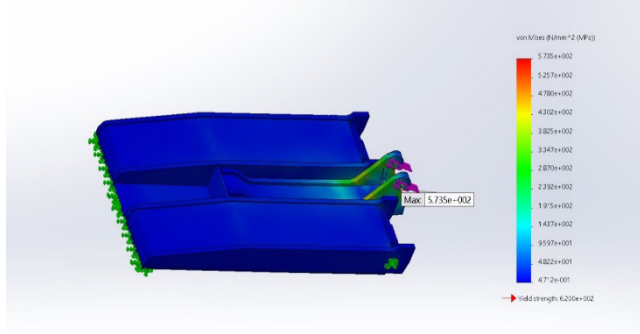
3.5. Ön Kape

Tahkimatın üzerine yük binerken, tahkimatın ön kapeyle montelendiği yerde bir bükülme yükü etki eder. Şekil 3.9'da, nihai çekme gerilmesi 333 MPa olan S355 J2+N materyali ile yapılan ön kape analizleri verilmiştir.



Şekil 3.9. Ön kapeye uygulanan bükülme analizi sonucu.

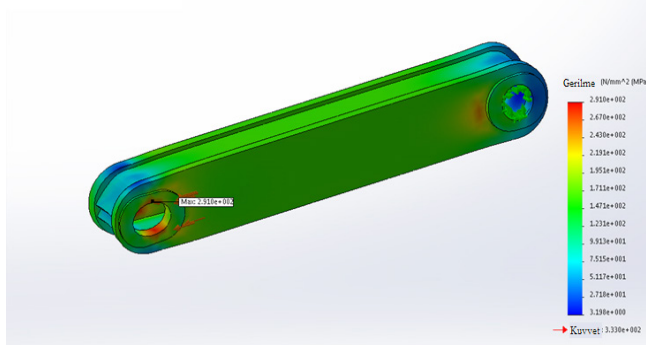
Analiz sonuçlarına göre materyalin uygun olmadığı saptanmıştır ve nihai çekme gerilmesi minimum 600 MPa olmalıdır. Buradan yola çıkarak 690 MPa nihai çekme gerilmeli S690 QL malzemesi kullanılarak analizler tekrarlanmıştır. Şekil 3.10'dan da görüldüğü üzere S690 QL malzeme ile ön kape normlara uygun davranmıştır ve güvenli bölgededir.



Şekil 3.10. S690 QL malzemesi kullanılarak yapılan analiz sonuçları.

3.6. Ön Lemniskat

Nihai çekme gerilmesi 333 MPa olan S355 J2+N materyali ile yapılan basma ve çekme gerilmeleri analizi Şekil 3.112de verilmiştir. Bu analizler ön lemniskat için S355 J2+N materyalinin uygun olduğu ve malzemenin güvenli bölgede olduğu görülmüştür.



Şekil 7.1. Ön lemniskata etki eden yüklerin analiz sonuçları

4. SONUÇ

Analizler, kalkan tipi tahkimatların kinematığı üzerine çeşitli uygulamalar ile temel çerçeveyi güçlendirme işlemlerini kapsamaktadır. Bu analizler sonucunda elde edilen çıktılardan biri, aşırı yüklenmenin olduğu ve doğal olarak uygun olmayan kısımlarda materyal değişikliğine gidilmesinin gerektiğidir. Bu nedenle S690 QL, S355 J2+N ve HARDOX 400 materyallerinin uygunluğu bu

analizlerden elde edilen bir diğer sonuçtur. Çerçeve kinematığında değişime sebep olan herhangi bir güçlendirmeden sonra gerilmelerin, çok yüksek gerilmelerde bile diğer parçalara doğru yayıldığı görülmüştür. Buradan yola çıkarak bazı parça boyutları değiştirilmiş ve bazı parçalarda da malzeme değişikliğine gidilmiştir:

- Ön direk arasındaki mesafe 925 mm
- Arka direk arasındaki mesafe 650 mm

Temel çerçeve, analizler esnasında en çok sorun yaşanan parça olmuştur. S355 J2+1n malzemesinin yeterli olmadığı saptanmıştır. Teleskop noktalarında HARDOX 400 malzeme kullanılarak geriye kalan bölümler S690 QL malzemeden yapılmıştır. Benzer bir durum ön kape ve arka lemniskatlar için geçerlidir. S355 J2+N materyalinin yetersizliği sebebiyle, daha uygun olduğu saptanan S690 QL malzeme ile değiştirilmiştir. Kalkan ve arka kapelerde değişikliğe gerek kalmamıştır.

KAYNAKLAR

- AKSOY, C.O., GENİŞ, M., UYAR, G.G., ÖZACAR, V., ÖZER, S.C. and ÖZDEMİR, Y., A Comparative Study of the Determination of Rock Mass Deformation Modulus by Using Different Empirical Approaches, *Engineering Geology*, Vols. 131-132, 2012
- AKSOY, C.O., ÖZACAR, V., and KANTARCI, O., An Example For Estimation of Rock Mass Deformations Around An Underground Opening by Numerical Modelling, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Science*, Vol. 52, 2010
- AHISKA T., H, ESEN, H 1987 T. Uzun Ayaklarda Yürüyen Tahkimat Sisteminin Gelişmesi ve Dizayn Karakteristikleri, *Madencilik Cilt 26, Sayı 2*
- BARZACK, T.M., Examination of Design and Operation Practices for Longwall Shields, *Bureau of Mines Information Circular*, 1992
- BARZACK, T. M., Safety Elevations of Longwall Roof Supports BuMines IC 9221, 1989
- BARZACK, T.M. and GEARHART, D.F., Performance and Safety Considerations of Hydraulic Roof Support Systems. *Proceedings: 17th International Conference on Ground Control in Mining, Morgantown 1998*
- BARZACK, T.M. and SCHWEMMER, D.E., Horizontal and Vertical Load Transferring Mechanisms in Longwall Supports. *U.S. Department of Interior, Bureau of Mines, RI 9188, 1988*
- BARZACK, T.M., A Retrospective Assessment of Longwall Roof Support with a Focus on Challenging Accepted Roof Support Concepts and Design Premises *Proceedings: 25th International Conference on Ground Control in Mining, Morgantown, WV, Aug. 1-3 2006*
- SHI'ELDR, J. J. Longwall Mining in Bituminous Coal Mine with Planers, Shearer Loaders and Self-Advancing Hydraulic Roof Supports. *U.S.B.M.I.C. 8321, 1967*
- SHEPARD, R.: Study of Strata Control of Mechanized Coal Face >>. *Proc. 4th Int. Conf. of Strata Control and Rock Mechanics, New York, May 4-8, 1964*
- BIENIAWSKI, Z. T., "Tunneling in Coal Mines – Designing Development Entries for Stability" *2nd International Conference on Stability in Underground Mining, August, Lexington, KT, pp3-22, 1984*

ŞIRNAK İLİ MADEN POTANSİYELİNİN CEVHER ZENGİNLEŞTİRME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ

Öykü Bilgin¹
Sadiye Kantarcı²
Hakan Çiftçi³

ÖZ

Yapılan araştırmalara göre, Şırnak ili bölgesinin başta enerji ham maddeleri olmak üzere çeşitli maden potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Bunlar arasında asfaltit madeninin bölgede yaklaşık 150 milyon ton gibi önemli bir rezerve sahip olduğu tahmin edilmektedir. Asfaltit madenleri açık ve kapalı işletme yöntemleriyle işletildikten sonra üretilen ham ürünler cevher hazırlama (kırma-eleme-yıkama) tesislerinde zenginleştirme işlemlerine tabi tutulur ve temiz kömür (asfaltit) elde edilir. Endüstriyel hammadde bakımından da zengin olan bölgede; blok mermer, kireçtaşı, bazalt, kalker, konglomera, kum, kil, çakıl, parke taşı, alçıtaşı, hazır beton ve çimento üretimleri yapılmaktadır. Bununla birlikte Hakkari'den Şırnak- Uludere'ye uzanan metalik madenlerin (Demir-Kurşun-Çinko-Gümüş vb.) varlığı bilinmektedir ve bölgede çalışan bir tesis mevcuttur. Şırnak il sınırları içerisinde TPAO tarafından toplam 9 petrol kuyusu açılmış olup, Mardin il sınırı ile birlikte daha fazla sayıda kuyu kazılmıştır. Özellikle Yolaçan sahaları ve Batı Kozluca sahalarından üretim yapılmıştır. Toplamda 4 adet kuyu açılmış olup, ikisi petrol, ikisi doğalgaz kuyusu olarak üretime alınmıştır. Bu kuyuların toplam üretimleri 353.025 m³ ve 383.956 m³ ' tür. Halihazırda Güney Dinçer B1 kuyusunun günlük petrol üretimi 250 varildir. Bölgede açılan en güncel kuyu Çalışkan-2 kuyusu olup, petrol emareli sulu kuyu olarak terk edilmiştir. Ayrıca Şırnak-Silopi'de asfaltitlerinin enerji hammaddesi olarak değerlendirildiği 405 MW gücünde elektrik enerjisi üretimi yapan, yaklaşık 1500 kişinin iş imkanı bulduğu bir termik santral faaliyet göstermektedir. Son olarak; Güçlükonak ilçesinde yer alan Hısta Kaplıcası, 67 °C sıcaklıktaki şifalı suyu ile termal turizmde kullanılmaktadır. Bu çalışmada; Şırnak ili ve çevresinde yer alan maden potansiyelinin cevher zenginleştirme açısından değerlendirilmesi,

1 Şırnak Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Şırnak. ykbilgin@yahoo.com

2 Şırnak Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Şırnak. sadiyekantarcı26@gmail.com

3 Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Afyon. hakanciftci86@gmail.com

mevcut işletmelerdeki sorunlara yönelik çözümler ve temiz kömür teknolojileri ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cevher zenginleştirme, maden potansiyeli, temiz kömür teknolojisi, Şırnak.

Assessment of Mineral Potential of Şırnak province in terms of Ore Enrichment and Clean Coal Technologies

ABSTRACT

According to the researches, it has been determined that the region of Şırnak has a variety of mining potential, particularly energy raw materials. Among them, the asphaltite mine is estimated to have an important reserve of approximately 150 million tons in the region. After the asphaltite mines are operated with open and underground operation methods, the raw products produced are subjected to enrichment processes in mineral processing (crushing-washing-washing) plants and clean coal (asphaltite) is obtained. It is rich in industrial raw materials; block marble, limestone, basalt, limestone, conglomerate, sand, clay, gravel, cobblestone, gypsum, ready mixed concrete and cement. However, the existence of metallic minerals (Iron-Lead-Zinc-Silver etc.) extending from Hakkari to Şırnak-Uludere is known and there is a facility operating in the region. A total of 9 oil wells have been opened by TPAO within Şırnak province and more number of wells have been excavated along with Mardin province border. In particular, production was carried out from the Yolaçan fields and the West Kozluca fields. A total of 4 wells were opened, two of which were petroleum and two of which were produced as natural gas wells. The total production of these wells is 353.025 m³ and 383.956 m³. At present, South Dinçer B1 well has 250 daily petroleum production. The most recent well opened in the region is the Caliskan-2 well, which was abandoned as an oil well with an abundance of oil. In addition, Şırnak-Silopi operates as a thermal power plant that produces electric energy at a power of 405 MW, where asphaltites are evaluated as energy raw materials, and about 1500 people find jobs. Finally; located in the district of Güçlükonak, Hısta Kaplıcası is used for thermal tourism with medicinal water at a temperature of 67 °C. In this study; the mining potential in Şırnak province and its vicinity is evaluated from the aspect of ore enrichment, solutions for the problems in existing enterprises and clean coal technologies are taken into consideration.

Keywords: Mineral processing, Mine potential, Clean coal technologies, Şırnak.

1. GİRİŞ

Sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak dünyada küresel enerjiye olan talep de sürekli olarak artmaktadır. Hızla artan enerji ihtiyacı ile birlikte enerji kaynaklarının tükenmesi, üretim ve tüketiminde ortaya çıkan güvenlik sorunları, çevresel sorunlar ve enerjinin maliyeti gibi konular da önemini

arttırmaktadır. Enerji hammaddeleri arasında özellikle kömür gibi fosil yakıtlara olan yüksek orandaki bağımlılık ve ortaya çıkardığı çevresel sorunlar temiz kömür teknolojilerinin kullanımı konusunu ortaya çıkarmıştır. Temiz kömür teknolojisindeki amaç, kömürün yanması sonrası ortaya çıkararak çevreye verilen zararlı maddelerin kullanım öncesinde ham kömürden çeşitli teknikler ile mümkün derecede atılmasını sağlamaktır. Bu yöntem ile daha temiz ve ısıl değeri daha yüksek enerji hammaddeleri üretilmiş olur.

Enerji talebinin dünyada yaklaşık %30'u ve Türkiye'de ise %40'ı taş kömürü, linyit ve asfaltit gibi katı yakıtlardan karşılanmaktadır. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde ısınma ve elektrik enerjisi olarak kullanılmak üzere üretilen linyit ve taş kömürünün yanı sıra özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Şırnak, Silopi ve Hakkâri il sınırlarında da bugüne kadar tespit edilen yaklaşık 150 milyon ton civarında bir rezerve sahip asfaltit yataklarının olduğu belirtilmiştir (Hamamcı, 1997; Ballice, 2002; DİKA, 2013; DPT, 2007).

Şırnak ili ve çevresinin endüstriyel ve enerji hammaddelerine yönelik maden kaynakları bakımından zengin bir rezerv potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Genel olarak asfaltit başta olmak üzere fosfat, çimento hammaddeleri (kalker, marn, kil v.d.), mermer, bazalt, metalik madenler, jeotermal kaynaklar ve petrol vb. madenler işletilmektedir. Araştırmalar neticesinde 21 adet ruhsatlı çalışabilir asfaltit ocağı, 14 adet asfaltit ocağı ile birlikte cevher hazırlama tesisi (Kırma-Elemente ve Yıkama tesisi ile paketleme) ve 53 adet asfaltit dışı endüstriyel hammadde (blok mermer üretimi, kireçtaşı, bazalt, kalker, konglomera, kum, çakıl, parke taşı, alçıtaşı, hazır beton ve çimento) ve 1 adet IV. Grup metalik maden (Kurşun-Çinko-Gümüş v.b.) üretimi yapılmaktadır. Tablo-1'de Şırnak ilinde bulunan madenlerin bulunduğu mevki, potansiyelleri ve kullanım alanları verilmiştir.

Yeryüzünde bulunan kayaçlar, belirli fiziksel ve kimyasal yapıya sahip minerallerden oluşmaktadır. Minerallerin bir çoğu doğada buldukları şekilde değerlendirilememektedir. Üretim için yüksek saflıkta veya belirli boyutlarda olması talep edilmektedir. Örneğin yol yapımında kullanılan mıcırın (agrega) tane boyutunun çok iri ya da çok ince olmaması istenir. Kömür ya da asfaltit ham maddeleri ise yıkama işlemlerine tabi tutulmadıkları takdirde içerikte bulunan kömür dışı minerallerden dolayı düşük kaliteli kömür sınıfına girerler ve hem ekonomik hem de çevresel etki bakımından kullanılmaları uygun değildir. Diğer taraftan çeşitli madencilik faaliyetleri ile yer kabuğundan üretilen düşük tenörlü bakır (Cu) cevherlerinin özellikle flotasyon gibi teknikler ile zenginleştirilerek %15-25 Cu tenörlü konsantre bakır cevheri elde etmek zorunludur. Özetlenen bu sebeplerden dolayı üretilen madenlerin birçoğunun ham olarak kullanılması hem ekonomik hem de kullanım amaçlarına göre uygun olmadığı için üretilmiş ham cevherler çeşitli cevher hazırlama ve zenginleştirme prosesleri

işlemden geçirilirler. Bir cevher içerisindeki çeşitli minerallerin kimyasal yapılarını bozmadan endüstrinin ihtiyacına uygun hammadde haline getirmeye ve ekonomik değer taşıyanlarla ekonomik değeri olmayanları ayırma işleminin tümüne cevher hazırlama ve zenginleştirme denilmektedir (İpekoğlu ve Tanrıverdi, 2002).

Tablo 1. Şırnak ili maden potansiyeli genel özellikleri
(DİKA, 2010, URL-1, 2017, Bilgin ve Kantarcı, 2017)

Maden	Mevki	Potansiyeli	Kullanım Alanları
Asfaltit	Şırnak/Merkez Silopi	Yaklaşık 150 milyon ton	Çoğunlukla ısına ve termik santrallerde elektrik üretimi enerji hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca boya, vernik, oto lastiği, elektrik yalıtımı, batarya koruyucuları, genişletilmiş kauçuk, zemin karoları, su geçirmez kabloların yapımı gibi alanlarda da kullanılmaktadır.
Çimento Hammaddeleri (kireçtaşı, kil, marn, killi şist)	* Merkez ve Cizre ilçelerinde kullanılmaya elverişli kil ve kireçtaşı potansiyelleri yer almaktadır. *Balveren Beldesi, Çakırsöğüt ve Toptepe köyleri *Cizre- Cudiyet Mahallesi	*Balveren Beldesinde 34- 79 milyon m ³ kireçtaşı, *Çakırsöğüt Köyünde ise 80-186 milyon m ³ arasında değişen muhtemel kireçtaşı, *Toptepe köyü kalkerli marn - kil sahası 29-68 milyon m ³ *Cizre- Cudiyet Mahallesindeki kil sahası muhtemel rezerv ise yaklaşık 34-79 milyon m ³	- Çimento üretimi
Fosfat	Uludere ilçesinde, Ortabağ Uludere-Gerür Uludere-Şilerut-Şenoba	Uludere-Gerür Zuhuru; % 1,34 P ₂ O ₅ tenörlü ve düşük rezervlidir. Uludere-Şilerut-Şenoba Zuhuru; % 1,50 P ₂ O ₅ tenörlü ve düşük rezervlidir. Tenör ve rezervin yeterli olmaması nedeniyle günümüz şartlarında henüz ekonomik bulunmayıp, işletilememektedir.	Fosfatın en önemli kullanım alanı gübre sanayisidir (% 85). Diğer kullanım alanları ise; yem, gıda, deterjan, alaşım metalurjisi, kağıt, kibrit, su arıtması, savunma sanayii ve kimya sanayisidir.
Bazalt	Şırnak ilinde Suriye sınırında Cizre, İdil ve Nusaybin ilçeleri arasındadır.	Rezerv miktarları 2.340.000 ton'dur.	Kaldırım taşı (Arnavut kaldırımı ile adlandırılan) ve parke taşı olarak yol kaplamalarında kullanılmaktadır.
Konglomera (Mıncır)	Zorova Mevkii-Silopi/Şırnak	Rezerv miktarı 5.625.000 ton'dur.	Yol ve inşaat sektöründe kullanılmaktadır.
Metalik Madenler (Demir-Kurşun-Çinko-Gümüş vb.)	Balı Köyü Mevkii Uludere/Şırnak	Rezerv miktarı bilinmemektedir.	Kurşun aktü imalatı, boya, benzin içinde oktan ayarlayıcı, radyasyonu önlemede, renkli televizyon tüplerinin yapımında ve mühimmat imalinde kullanılmaktadır. Çinko inşaat sektöründe, Pirinç alaşımı ile bilhassa otomotiv sanayinde, döküm kalıpları yapımında, boya ve lastik üretiminde kullanılmaktadır.

2. ŞIRNAK İLİ MADENLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Şırnak ili maden potansiyeli; Asfaltit, Endüstriyel Madenler ve Çimento Hammaddeleri, Elektrik Üretim Santralleri, Metalik Madenler, Petrol ve Jeotermal Enerji başlıkları altında incelenmektedir.

2.1. Asfaltit

Asfaltit rezervinin eski kaynakların verilerinin aksine 150 milyon tondan fazla (Avgamasya, Milli Karatepe vb. 12 adet filon) olduğu, üretimin yaklaşık yılda 1.500.000 ton ve bu güne kadar üretilen miktarın ise yaklaşık 20.000.000 ton olduğu yapılan görüşmelerde uzmanlar tarafından belirtilmektedir. Örnek olarak Harbul ve Silopi filonlarının toplamda 30 milyon ton rezerve sahip olduğu ve 2009-2017 yılları arasında 5 milyon tonluk üretimin (yıllık 1-1,2 milyon ton) yapıldığı tespit edilmiştir. Ancak, yeni filonların tespiti ve/veya mevcut filonların devamlılığının tespiti için de arama faaliyetlerinin artırılması gerektiği de önemli bir husustur.

Tablo 2. Şırnak ili Sınırlarında İşletilen Asfaltit (kömür) Ocakları

Sıra No	Ruhsat Sahibi	Kömür Rezerv Miktarı (Ton/Yıl)	2017 Yılı Üretim Miktarı (Ton/Yıl)	Kalori (Kcal)
1	T.K.İ Kurumu Genel Müdürlüğü	31.163.696	1.218.832	5500
2	T.K.İ Kurumu Genel Müdürlüğü	13.986.500	0	5500
3	Ürek Mad. Pet. İnş. Nak. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	3.150.000	0	3000
4	Vole Mad. İnş. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	290.000	0	3000
5	Hbh Mad.Nak.San. Ve Dış Tic.Ltd.Şti.	485.300	0	5200
6	Mustafa Encü	312.000	0	4100
7	Mehmet Eyüp Günaşan	240.000	2.500	3500
9	Aydemir Siyahkaya Mad.San. Ve Tic.Ltd.Şti.	245.730	0	5100
10	Mustafa Encü	45.152.900	0	4.100-7.050
11	Ürek Mad. Pet. İnş. Nak. San. Ve Tic. Ltd. Şti.	1.680.000	12.168	1500
12	Dıvın Mad. İnş. Gıda San. Ve Tic. Ltd. Şti.	758.240	0	4900
13	Tam Maden San. Ve Tic. A.Ş.	4.700.000	1.000	2200
14	Gürşin Ürek	6.400.000	33.701	5000
15	Best Madencilik Anonim Şirketi	475.000	0	5100
16	Bonus Enerji Elektrik Üretim Mad.San.Ve Tic.A.Ş.	600.000	0	5300
17	Abdurrahman Çifçi	1.221.759	4.500	3100
18	İsmail Ediş	1.500.000	24.000	3.000-4.500
19	Hakan Turizm Mad. İnş.Gıda San. Ve Tic. Ltd.Şti.	869.364	15.966	2200
20	Mehmet Sıddık Encu	650.000	0	4900
21	Çakır Madencilik	-	-	-
TOPLAM	116.610.489	1.302,733	-	

Tablo 2’ de Şırnak ili sınırlarında işletilen 21 adet ruhsatlı çalışabilir asfaltit ocağı ve bunlara ait rezerv miktarları, 2017 yılı üretim miktarları ve kalori (kcal) değerleri verilmiştir.

Bölgedeki asfaltit yataklarının çoğu bakir durumda iken üretim yapılan yeraltı ve açık ocaklar bugün özel sektör tarafından işletilmektedir. Arama faaliyetleri; dik ve eğimli sondaj şeklinde yapılmaktadır. Üretilen asfaltit ise bölgede büyük çoğunlukta ısınma amaçlı ve az oranda ise termik santrallerde elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanılmaktadır. Ancak, çevreye olan zararlı etkilerinin minimum seviyelere düşürmek ve kalori değerlerini arttırmak için yüksek kül oranlarına sahip bu asfaltitlerin cevher zenginleştirme veya gazlaştırma işlemlerine tabi tutularak kullanılması gerekmektedir.

Asfaltit, petrolün yer kabuğundaki kırık ve çatlaklardan yeryüzüne doğru ilerlemesi ve bu boşluklarda katılaşması sonucu oluşur. Ancak, linyit kömürleri gibi asfaltitler de üretildikten sonra çok fazla miktarda kömür dışı mineraller barındırır ve dolayısıyla kaliteli asfaltit kaynaklarının elde edilmesi için yıkama ya da zenginleştirme proseslerine ihtiyaç duyulmaktadır. Daha önce yapılan araştırmalarda Şırnak asfaltitlerinden temiz asfaltit üretiminin elde edilebileceği tespit edilmiştir ancak uygulanacak proseslerin maliyeti arttıracığı düşüncesi sebebi ile bölgede bu yöntemlerin kullanılmadığı görülmektedir.

Asfaltit, termik santral (elektrik enerjisi üretimi) başta olmak üzere, ısınma ve sanayi amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca boya, vernik, oto lastiği, elektrik yalıtımı, batarya koruyucuları, genleştirilmiş kauçuk, zemin karoları, su geçirmez kabloların yapımı gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

TEİAŞ Kasım 2017 ayı verilerine göre Türkiye’de 246.876.924.030 kWh üretim ve 264.380.709.320 kWh tüketim mevcuttur. Elektrik üretiminde asfaltitin payına baktığımızda 2.193.984.200 kWh olup sadece üretim %0,8’i asfaltitten sağlanmaktadır (URL-6, 2018). Bu nedenle asfaltit kömürlerinin enerji üretimindeki payı artırılması veya alternatif kullanım alanlarının oluşturulması gerekmektedir.

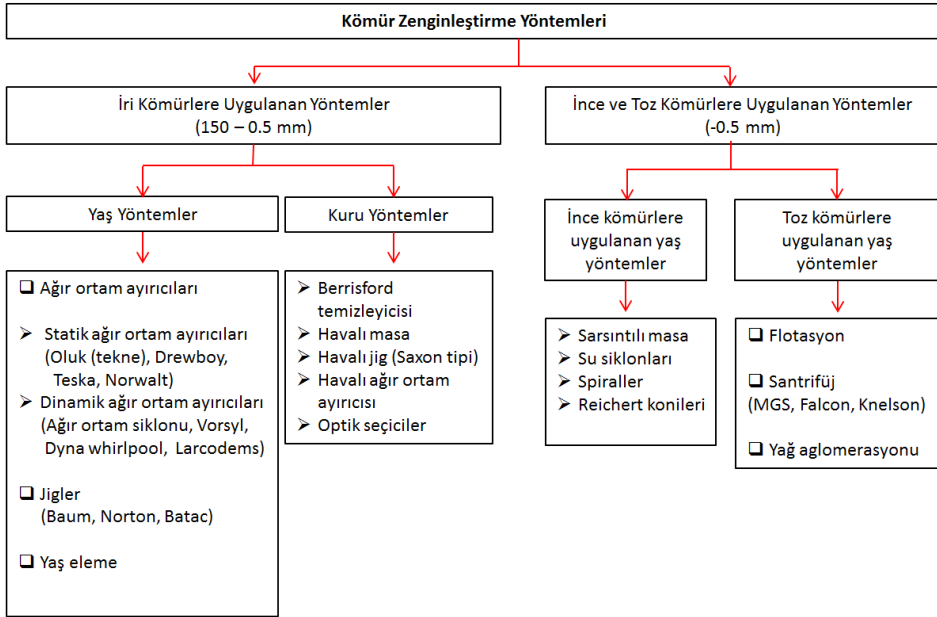
2.1.1. Asfaltit Üretim Yöntemi

Şırnak ilinde açık işletme (delme-patlatmalı), kapalı işletme (mekanize ve delme-patlatmalı) yöntemi ve kaçak kuyu sistemi ile asfaltit üretimi yapılmaktadır. Yanlış kuyu sistemlerinden kaynaklı iş kazaları sebebiyle kuyu yöntemiyle üretim yapan kaçak kuyu sistemlerinin tümü bölgede kapatılmıştır. Asfaltit kömürü çatlak ve yarıklarda olduğu için içerisinde ince kil ve yantaş damarları ihtiva etmediği için asfaltit üretimini temiz ve yantaşsız açık işletme yöntemi ile üretilmektedir. Üretilen asfaltitlerin boyutlandırılması için kömür/cevher hazırlama (Kırma- Eleme) tesisleri faaliyet gösterirken kömür yıkama/zenginleştirme faaliyetleri yapan herhangi bir tesis bulunmamaktadır.

2.1.2 Üretim Yöntemi Değerlendirme Kömür/ Asfaltit Zenginleştirme Yöntemleri

Şırnak ili ve çevresinde üretilen asfaltitlerin diğer kömürlerde olduğu gibi içerisinde kül mineralleri (kil, kuvars, feldispat, kalsit, pirit vb.) bulunmaktadır. Kül oranı arttıkça kömür kalitesi de düşmektedir. Kalitesiz kömürlerin uygun cevher zenginleştirme proseslerinden geçirilmesi ile hem yüksek ısıl değerli hem de yakıldığında çevreye daha az zararlı kirletici madde yayan temiz kömür elde edilir. Kömür yıkama tesislerinde (lavvar) genellikle lave (temiz kömür), mikst (ara ürün) ve şist (atık) olmak üzere üç farklı ürün grubu elde edilir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi asfaltitlerinin de aynı yöntemler ile zenginleştirilmesi mümkün olup bu konuda laboratuvar ölçeğinde çalışmalar yapılarak uygun yöntemler belirlenmelidir. Düşük kalorili ve yüksek kül oranlarına sahip kömürler Şekil 1’de verilen uygun yöntemler kullanılarak zenginleştirilmekte ve kül oranları düşürülerek daha yüksek ısıl değerlere sahip temiz kömür üretimleri yapılmaktadır (Özbayoğlu ve Kemal, 2014).



Şekil 1. Kömür zenginleştirme yöntemleri.

2.1.2.1. Boyuta Göre Sınıflandırma

Cevher içerisindeki faydalı mineraller ile gang (istenmeyen/değersiz) minerallerinin farklı sertlik, kırılabilirlik, dilimlenme, ve gevreklik gibi özelliklere sahip olmaları, kırma işlemleri sonucunda farklı tane iriliği fraksiyonlarında toplanmalarına neden olmaktadır. Bu durumda yapılacak tane boyutuna göre

sınıflandırma işlemi ile faydalı mineralleri gang minerallerinden ayırmak mümkündür. Böylece sınıflandırma işlemi zenginleştirme işlemine dönüşmüş olacaktır. Aynı şekilde kırılmış malzemenin iri boyutta kalan kısmında, minerallerin renk, parlaklık, radyoaktiflik, özgül ağırlık, iletkenlik ve manyetiklik özelliklerine göre ayıklanmaları da bir zenginleştirme işlemi olmaktadır. (Ergin v.d., 1998).

Genellikle kil, kalsit, kuvars, pirit ve feldispat minerallerinin karışımından oluşan kömür külleri sulu ortamlarda mekanik karıştırmaya tabi tutulduğunda ince boyutlarda dağılırken kömür tanelerinin bir kısmı ise daha iri boyutlarda kalırlar. Bu farklılıktan faydalanmak için temiz kömür üretim tesislerinde (lavvar) öncelikle tane boyutuna göre sınıflandırma (yaş eleme) yapılarak iri boyutlardaki kömürler kül minerallerinden ayırt edilir. Elek üstünde kalan iri boyutlardaki kül parçaları ise triyaj ile atılır.

Şırnak ili asfaltit madeni cevher hazırlama tesislerinin mevkii ve faaliyet konularını gösteren Tablo 3 aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. Şırnak İli Asfaltit Madeni Cevher Hazırlama Tesisleri

Sıra No	Ruhsat Sahibi	Faaliyet Konusu	Mevkii
1	Zekeriya MURÇOK	Asfaltit Maden Ocağı Kırma-Eleme Tesisi	Ortabağ Köyü-Uludere/ Şırnak
2	ACS İnş.Mad. Kim. Nak.Gıda San. A.Ş.	Asfaltit Plent Tesisi	Yavşan Köyü Merik Mevkii- İdil/Şırnak
3	Park Elektrik Üretim Mad. San. ve Tic. A.Ş.	Asfaltit Maden Ocağı ve Kırma-Eleme Tesisi	Çalışkan Beldesi Mevkii- Silopi/Şırnak
4	Feysel AÇAR	IV. Grup Maden Kömür Ocağı Tesisi	Balveren Beldesi Mevkii Merkez/Şırnak
5	Abdurrahman Çiftçi	IV. Grup Maden Asfaltit Ocağı Kırma-Eleme Tesisi	Yemişli Köyü Mevkii Uludere/Şırnak
6	Şahinler İnş. Mad. San. ve Tic.	Konkasör Tesisi(Kırma- Eleme Tesisi) Mekanik plent, Asfaltit Plent ve Beton Santrali	Oyalı Köyü Mevkii-İdil/ Şırnak
7	Mustafa ENCÜ	IV. Grup Maden Asfaltit Ocağı Kırma-Eleme Tesisi	Ortasu köyü Mevkii Uludere/Şırnak
8	Külter Mad. İnş. Nak.San. Tic. Ltd. Şti.	Kömür Kırma-Eleme- Paketleme Tesisi	Toptepe Köyü Merkez/ Şırnak
9	Taşar Mad. Pet. Ür. İnş. Gıda Nak. Matb. İth. İhr. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Kömür Kırma-Eleme- Paketleme Tesisi	Toptepe Köyü Merkez/ Şırnak
10	Bil-Ka Mad. Gıda İnş. Mob. Taş. San. Tic. Ltd. Şti.	Kömür Kırma-Eleme- Paketleme Tesisi	Toptepe Köyü Merkez/ Şırnak

Tablo 3.1. Şırnak İli Asfaltit Madeni Cevher Hazırlama Tesisleri (Devamı)

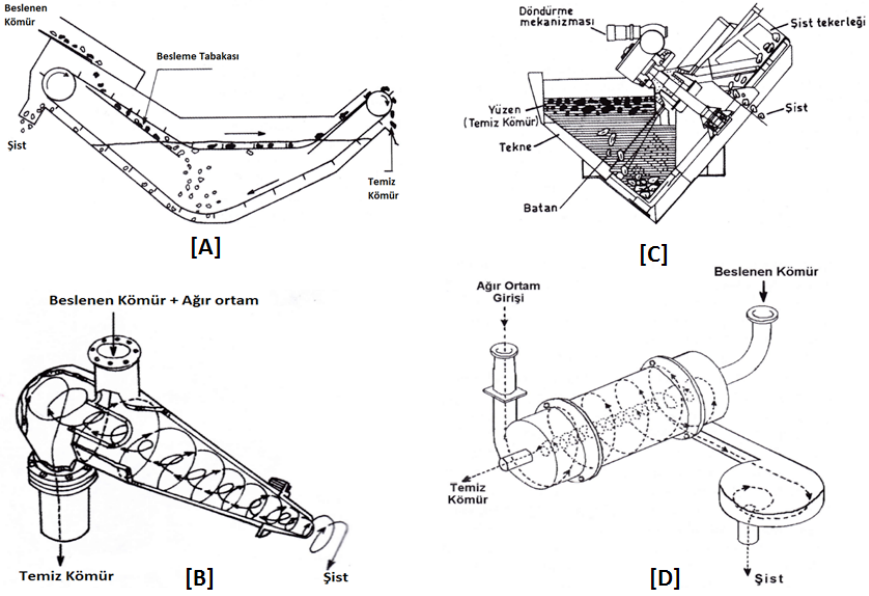
Sıra No	Ruhsat Sahibi	Faaliyet Konusu	Mevkii
11	Nuhoğlu Mad. Pet. İnş. Gıda Oto San. ve Tic. A.Ş.	Kömür Kırma-Elleme-Paketleme Tesisi	İkizce Köyü Deştamira Mevkii Merkez/Şırnak
12	Göksad Mad. İnş. Nak. Gıda Pet. Ür. Ot. İth. İhr. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Kömür Kırma-Elleme-Paketleme Tesisi	İkizce Köyü Deştamira Mevkii Merkez/Şırnak
13	Mtl Madencilik Enerji İth. İhr. San. ve Tic. Ltd. Şti	Kömür Kırma-Elleme Tesisi	Kösrelli Köyü Mevkii Silopi/Şırnak
14	Öz Ortadoğu Dış Tic. Nak. İnş. Gıda Otom. San. Tic. Ltd. Şti	Kömür Kırma-Elleme-Paketleme Tesisi	Bahçelievler Mah. Mevkii Merkez/Şırnak

2.1.2.2. Özgül Ağırlık Farkına Göre Ayırma

Kömür ve beraberinde bulunan kül mineralleri arasındaki özgül ağırlık farkı temiz kömür kazanma yöntemlerinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Çünkü flotasyon, yağ aglomerasyonu ve eleme dışında kullanılan bütün kömür kazanma teknolojileri özgül ağırlık farkına dayalı gravite ayırmaları ile yapılmaktadır. Bu yöntemde Şekil 2’de de görüleceği üzere ağır ortam ayırıcıları, sarsıntılı masalar, jigler, siklonlar, spiraller, koniler ve santrifüj kuvvet etkili MGS, Falcon ve Knelson konsantratörleri kullanılır.

Dünyada ve ülkemizde kömür zenginleştirmede en çok kullanılan yöntemler arasında olan ağır ortam ayırma yönteminde genellikle mikronize öğütülmüş manyetit tanecikleri ve su ile hazırlanan ağır ortamda yoğunluğu 1.0-1.5 g/cm³ arasında değişen kömür taneleri yüzerken, yoğunlukları 1.5 g/cm³’den daha büyük olan kül mineralleri batarak kömür tanelerinden ayrılır ve bu şekilde yüzdürme batırma yolu ile temiz kömür üretimi yapılır. Şekil 2.1’de de gösterilen statik ağır ortam ayırıcıları bu teknik ile çalışır. Ancak bu teknik ile uygulamaya geçmeden önce laboratuvar ortamında yüzdürme batırma deneylerinin yapılması gerekmektedir. Yüzdürme batırma deneyleri yoğunluğu 1.3-2.0 g/cm³ arasında değişen bir dizi ağır ortamlarda yapılır ve sonuç olarak da kömür yıkama eğrileri oluşturulur. Elde edilen kömür yıkama eğrilerinden;

- ✓ Seçilen bir ağır ortam yoğunluğunda elde edilecek olan temiz kömür ve atık miktarı ile bunların kül yüzdeleri bulunabilir,
- ✓ Belirli bir kül yüzdesine sahip temiz kömür elde etmek için hangi yoğunlukta ayırma yapılması gerektiği tespit edilebilir,
- ✓ Seçilen bir yoğunlukta yapılan ayırmanın kolay mı zor mu olacağı belirlenebilir (Özbayoğlu ve Kemal, 2014).



Şekil 2. Ağır ortam ayırıcıları kesit görünümü, (A): Oluk (tekne), (B): Ağır ortam siklonu, (C): Drewboy, (D): Larcodems. (Özbayoğlu ve Kemal, 2014)

2.1.2.3. Flotasyon

Tane boyutu küçüldükçe diğer cevherlerde olduğu gibi kömür zenginleştirmede de kullanılması gereken teknik ve yöntemler değişir. Mikronize boyutlardaki (< 0.2 mm) toz kömür veya asfaltitlerin yıkanmasında kullanılacak en uygun yöntemlerden biri flotasyondur. Doğal hidrofob yüzey özelliği gösteren kömür tozları flotasyon yönteminde kolayca kül minerallerinden yüzdürülerek ayrılabilir. Flotasyon tekniğinde bir hücre içerisinde karışım halinde bulunan kömür süspansiyonuna hava kabarcıklarının verilmesi sonucu hidrofob kömür tanelerinin hava kabarcıklarına tutunarak yüzeye çıkması (Şekil 3) ve hidrofil kül tanelerinin ise süspansiyon içinde batması sonucu ayırma işlemi yapılır.



Şekil 3. Flotasyon (yüzdürme) tekniğinde hücre yüzeyine çıkan temiz kömür görüntüsü.

Kömür flotasyonunda verimin artırılması için kömür yüzeylerinin hidrofobluk derecesi artırılmalıdır. Bunun için toplayıcı adı verilen çeşitli yüzey aktif maddeler (kömür için gaz yağı vs.) kimyasalları kullanılır. Bu kimyasallar ile kömür yüzeyleri kaplanarak temas açısı daha yüksek yani daha hidrofob kömür taneleri elde edilerek flotasyon verimi artırılır. Bununla birlikte flotasyonda kullanılan suyun yüzey gerilimini azaltmak ve dolayısıyla hücre yüzeyine çıkan köpüklerin patlamadan durabilmesi amacıyla ayrıca süpansiyon içerisine flotasyon öncesi köpürtücü adı verilen kimyasallar da katılır.

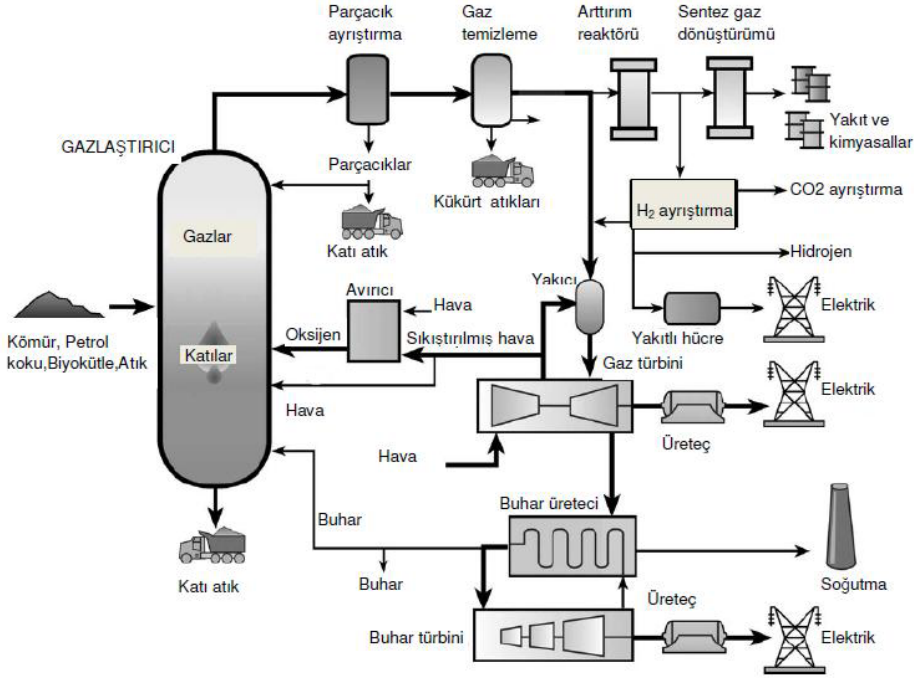
2.1.3. Kömürün Gazlaştırılması

Küresel enerji kaynağı olarak kullanılan petrol ve doğalgaz gibi enerji kaynaklarının hızla tükenmesi, rezervlerinin bölgelere göre dengesiz dağılımı, nakil maliyetleri ve zorluğu gibi nedenlerden dolayı 19. Yüzyılın ilk zamanlarından bu yana kömür gibi öz kaynaklardan çeşitli alanlarda kullanılabilir gaz yakıtların üretilmesine yönelik araştırmalar artarak devam etmektedir.

Ülkemizin mevcut kaynaklarından daha verimli enerji üretir konuma gelerek enerji alanında dışa bağımlılığını azaltması; ve kömür gazlaştırma teknolojileri konusunda dünyada söz sahibi olabilmesi için özellikle kül ve nemi yüksek, ısı değeri düşük kömürlerin kullanılabilirliğinin sağlanmasında yeni teknoloji üretim yöntemlerinden olan kömürün gazlaştırılması teknolojileri geliştirilmeli ve uygulanmalıdır.

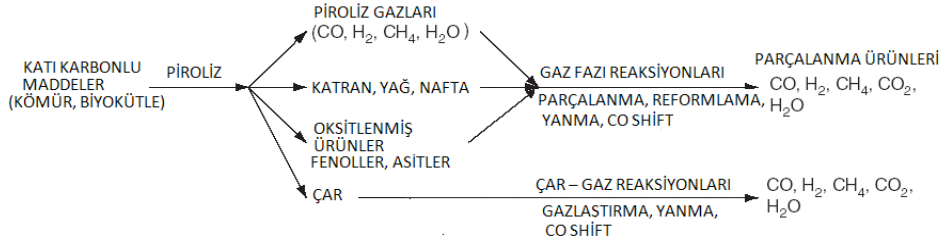
Türkiye’de bugün belirlenmiş toplam linyit rezervi 76 milyar ton olup, Güneydoğu Anadolu Bölgesi asfaltitleri ile birlikte oldukça yüksek miktarda kömür rezervi bulunmaktadır. Ancak, bu kömürlerin kül, nem ve kükürt değerleri yüksek olduğu için temiz kömür teknolojileri dışında gazlaştırma teknikleri ile de temiz ve daha kaliteli gaz yakıtlar haline dönüştürülmesi gittikçe daha da önem

kazanmaktadır (Pişkin, 1991). Bu bakımdan, çeşitli gazlaştırma proseslerinin hammadde kaynağına göre optimum kullanımları ile kalitesiz linyit-asfaltit hammaddelerinden katma değeri daha yüksek ve temiz yakıtların elde edilmesi enerjideki gelecek taleplerin karşılanması hususunda önemli yere sahiptir.



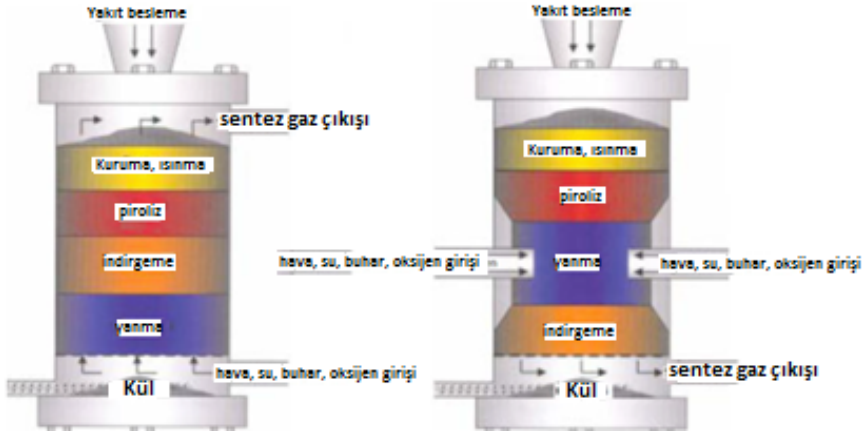
Şekil 4. Gazlaştırma prosesine dayalı enerji dönüşüm uygulamaları (Kaya,2009).

Kömür gazlaştırma, kömürün belirli oranlarda oksijen, hava, hava-su buharı karışımı veya zenginleştirilmiş oksijen içerikli hava karışımları ile birlikte çeşitli reaktörlere (gazlaştırıcı) besleyerek çıktığı olarak yanabilen gaz bileşenlerin (CO, H₂, CH₄ vb.) elde edildiği bir prosestir (Pişkin, 1991). Kullanılan hammadde özelliklerine ve reaktöre bağlı olarak endüstride gaz yakıt, güç merkezi ve türbin için gaz, amonyak sentezi, metanol sentezi, Fischer-Topsch, hidrojen, karbonatlaştırma, demir indirgeme, CO kazanma gibi birçok alanda kullanılabilen gaz ürünler elde edilmektedir. Temel gazlaştırma prosesi ve buna dayalı enerji dönüşüm yöntemleri Şekil 4’de görülmektedir. Ayrıca, gazlaştırma prosesindeki reaksiyonlar ve ortaya çıkan ürünler de Şekil 5’de gösterilmiştir.



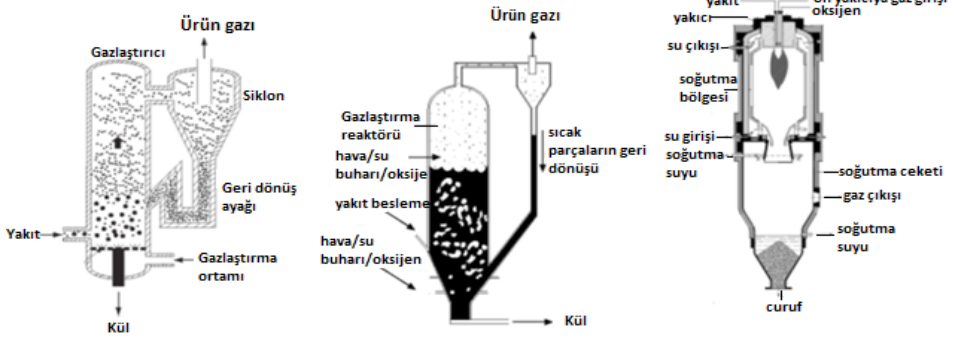
Şekil 5. Gazlaştırma prosesinde gerçekleşen reaksiyonlar ve ortaya çıkan ürünler.

Gazlaştırma prosesinde üretilen gazların çeşit ve miktarları, kullanılan kömürün cinsine, reaktörlere beslenen gazların türüne ve proses değişken parametrelerine (basınç, sıcaklık, v.b.) bağlı olarak değişmektedir. Reaktörler arasında ise en çok edilen sabit yataklı, akışkan yataklı ve sürüklemeli akış yataklı tercih edilir (Pişkin, 1991).



Şekil 6. Sabit yataklı gazlaştırıcılar, (sol): yukarı akışlı, (sağ): aşağı akışlı (Yinesor, 2008).

Şekil 6'da gösterilen sabit yataklı gazlaştırıcı reaktörlere kömür parçaları reaktör tepesinden beslenmektedir oluşan gaz oldukça düşük hızla yukarıya doğru yükselmektedir. İlave olarak, gazla birlikte bir miktar uçucu kül ve kömür parçacıkları sürüklenir. Şekil 7'de gösterilen akışkan yataklı gazlaştırıcı reaktörlere ise öğütülmüş kömür farklı şekillerde beslenerek, akışkan yatakta yüksek bir verimle tepkimeye girer. Bu tür reaktörlerde gaz ile birlikte sürüklenen uçucu kül ve kömür miktarı sabit yataklı reaktörlere göre daha yüksektir.



Şekil 7. Akışkan yataklı gazlaştırıcılar; (sol): Lurgi dolaşimli, (orta): kabarcıklı, (sağ): Noell tipi sürüklemeli (Basu, 2006; Basu, 2010)

Sürüklemeli akışkan yataklı gazlaştırıcı reaktörlerde ürün olarak sadece CO ile H₂ gazları üretildiği için ve CH₄/(CO+H₂) oranının ayarlanması sorunlu olduğu için bu reaktörler organik sentezler için uygundur.

Türkiye’de kömür gazlaştırmaya yönelik yapılan çalışmaların bir bölümü aşağıda belirtilmiştir.

* TKİ’ye ait Tunçbilek sahasında kurulan 250 kg/s kapasiteli kömür gazlaştırma tesisinin 2012 yılında devreye alındığı, elde edilen sentez gazından metanol üretimi çalışmalarının TÜBİTAK-MAM Enerji Enstitüsü işbirliğinde devam ettiği,

* TKİ’ye ait Soma sahasında kurulan TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü’nün yürüttüğü 1 MWt kapasiteli pilot tesisten kömür ve biyokütle karışımların gazlaştırılması yoluyla sıvı yakıt üretiminin 2016 yılında tamamlandığı,

* TKİ’nin içinde yer aldığı AB tarafından fonlanan Yüksek Küllü Kömürlerin Elektrik Üretimi Amaçlı Gazlaştırılmasının Optimizasyonu- OPTIMASH Projesinin 2016 yılında tamamlandığı

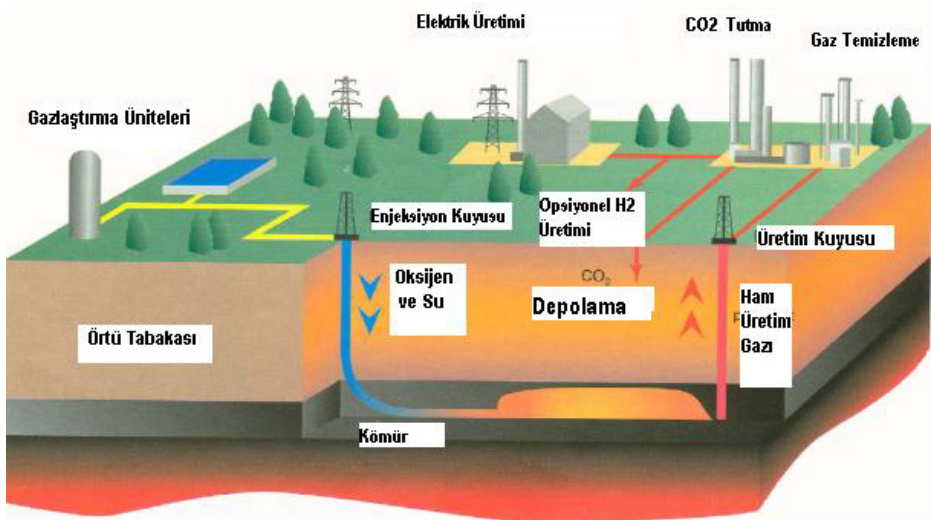
* Anadolu Plazma işbirliğinde mikrodalga plazma yöntemiyle çalışan kömür gazlaştırma pilot tesisi kurulacağı, halihazırda laboratuvar ölçekli tesislerin kurulduğu, aynı firma ile Soma Ar-Ge Santrali 1.ünitesinde plazma yakıcı uygulama projesi yürütüldüğü bilinmektedir.

Ülkemizde özellikle son on yıldır temiz kömür teknolojileri alanında gerek yüksek verimli düşük emisyonlu yerli kömüre dayalı santral kurma, gerekse TKİ Kurumu öncülüğünde TÜBİTAK MAM Enerji Enstitüsü, çeşitli üniversiteler, ilgili kurum ve kuruluşlar işbirliğinde yürütülen başta kömürün gazlaştırılması konusunda olmak üzere birçok ar-ge projelerinde önemli yol katedilmiştir. Yerli linyitlerimizin gazlaştırılması yoluyla elde edilen sentez gazının ithal doğal gazın ikamesi olarak değerlendirilmesi, temiz ve yüksek verimlilikli elektrik

üretimine olanak vermektedir. IGCC teknolojisi tercihi ile sentez gazından sıvı yakıt, metanol, amonyak/üre gibi kimyasalların üretilmesinin Ülkemiz kömür sektörünün geleceği için önem arz ettiği ve pilot ölçekli projelerle Türkiye linyitlerinin reaktiviteleri açısından gazlaştırmaya uygunluğu ispatlanmıştır. Türkiye linyitlerine uygun teknolojilerin geliştirildiği, önümüzdeki süreçte kamu-özel sektör ortak girişimi ve/veya özel sektör kuruluşları arası işbirlikleri ile finanse edilen, önce küçük ölçekli, devamında orta ölçekli ticari tesisler kurulmasının Ülkemiz linyitlerinin sürdürülebilir, çevre dostu ve verimli bir şekilde değerlendirilmesine katkı sunacaktır (URL-7,2018).

2.1.4. Yerinde Kömür Gazlaştırma

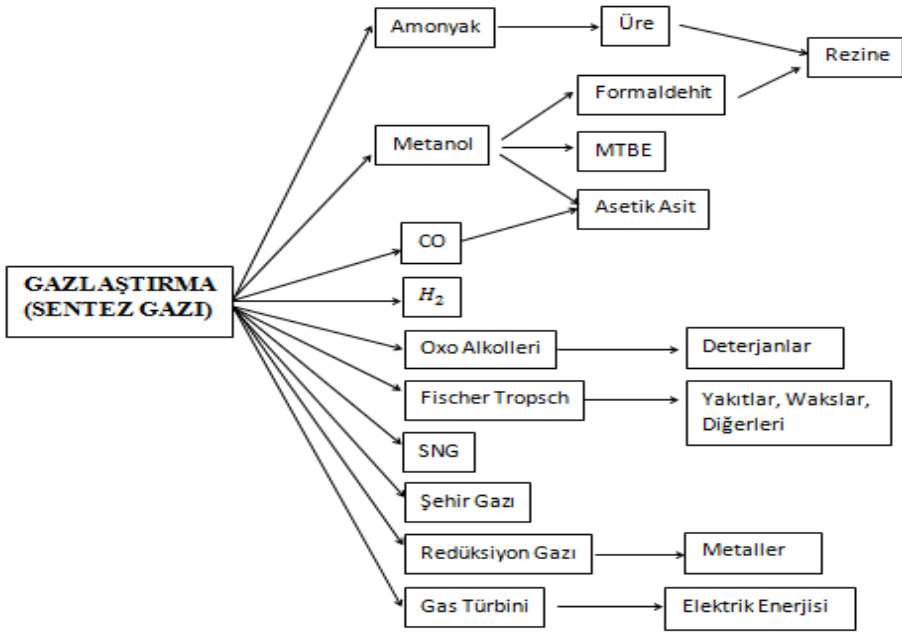
Geleneksel madencilik tehlikeli, zahmetli ve maliyetli olması kömürün yerinde gazlaştırılmasını gerekli kılmaktadır. Kömürün yerinde gazlaştırılması yeraltı kömür gazlaştırma işlemi olarak adlandırılmaktadır. Yeraltı kömür gazlaştırma prosesi düşük ısı değerlikli ve klasik madencilik ile değerlendirilemeyen kömürlerden yararlanmayı sağlamaktadır. Bu yöntemde jeolojik koşullar nedeniyle çıkarılamayan kömürler, kömür yatağında enjeksiyon ve üretim kuyusu olmak üzere iki sondaj kuyusu açılarak, enjeksiyon kuyusundan kömürün gazlaşmasını sağlayan gazlar (hava, oksijen zenginleştirilmiş hava, oksijen, su buharı) gönderilerek yerin altında yapay gaz (syngaz) oluşmakta ve bu gaz üretim kuyusuyla yüzeye ulaşmaktadır (Tunç, 2015). Bu süreçte kömür, su buharı ve oksijenin bir araya getirilmesi sonucunda içeriğinde CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2O ve CO bulunan sentez gazı üretilmektedir (Budak, 2014).



Şekil 8. Yerinde kömür gazlaştırma (UCG) şeması (Yıldırım v.d., 2012)

Şekil 8'de yerinde kömür gazlaştırma şeması verilmektedir. Oksijen ve su buharı ile gazlaştırma prosesi sonunda elde edilen sentez gazı, kimyasal hammadde, sıvı yakıt, hidrojen, gübre veya elektrik üretiminde de kullanılmaktadır (Nakaten, 2014). Sentez gaz, doğal gaz gibi işlenen ve kullanılan, boruyla taşınan, depolanan veya elektrik üreten bir türbin için yakıt olarak kullanılan ve sentetik doğal gaz veya sıvı yakıt yapmak için iyileştirilen veya dönüştürülen zengin enerjili bir gazdır (URL-5).

Yer altında kömürün gazlaştırılması sonucu üretilen sentez gazı kuyular vasıtasıyla kömür yatağından alınarak, son ürünü oluşturmak amacıyla kullanılır. Sentez gazı ile üretilen son ürünler, elektrik enerjisi, sıvı yakıtlar ve kimyasal maddelerdir. Yer altı kömür gazlaştırma teknolojisi, elektrik üretimi ya da sıvı yakıt üretimi amacıyla kullanıldığında kömürün kullanımından kaynaklı meydana gelen çevresel etkileri de azaltmaktadır. Ayrıca sentez gazından karbondioksitin ayrıştırılması, maliyet açısından fosil yakıtlarda uygulanan karbon yakalama teknolojilerinden daha etkilidir (Budak, 2014). Şekil 9'de sentez gazının kullanım alanları gösterilmektedir.



Şekil 9. Sentez Gazının Kullanım Alanları (Budak, 2014)

Yer altı kömür gazlaştırma teknolojisinin klasik madencilik ve yüzey gazlaştırma proseslerine göre pek çok avantajları bulunmaktadır. Bu teknoloji, gazlaştırma reaktörü, kömürün taşınması ve depolanması gibi bir takım özel işlemlere gereksinim duymadığı için yatırım maliyeti de oldukça düşüktür.

Ayrıca kömürün yer altında gazlaştırılmasında külün yerin altında kalması, klasik madencilğe göre insan gücünün olmayışı ve gürültü kirliliğine neden olmaması gibi pek çok avantaj sayılabilmektedir (Budak,2014).

Ekim (2011) tarafından yapılan çalışmada, Kütahya-Seyitömer, Kütahya-Tunçbilek, Manisa-Soma-Eynez, Muğla-Yatağan, Eskişehir, Bolu-Göynük, Manisa-Soma-Işıklar ve Bursa-Keles-Harman alan sahaları yer altı kömür gazlaştırma prosesinin gereklilikleri açısından değerlendirilmiş ve prosese uygun bulunmuşlardır. Kahramanmaraş-Afşin-Elbistan ve Erzurum-Aşkale Sahaları ekonomik açıdan verimli bir yer altı kömür gazlaştırma tesisi için uygun bulunmamışlardır.

Tunç (2015) tarafından yapılan çalışmada, Trakya Malkara bölgesinde yer alan Pirinççeşme kömür sahasının yeraltı gazlaştırma yöntemi ile üretime uygunluğu araştırılmıştır. Gerek hava gerekse saf oksijen ile gerçekleştirilen gazlaştırma deneyleri sonucunda: Sıcaklıklar 1000 °C'nin üzerine çıkmış, beslenen hava ve oksijen debisinin artışıyla doğru orantılı olarak sıcaklıklar yükselmiş, yanabilir gaz bileşimi yüksek bir gaz elde edilmiştir. Saf oksijenle yapılan gazlaştırma deneyinde saatte ortalama 7 m³ yapay gaz elde edilmiş, elde edilen bu gazın içeriğinin %37'sini CO, %26'sini H₂ ve %3,5'ini CH₄ oluştururken, gazın ısıl değeri ise ortalama 9 MJ/m³ olarak tespit edilmiştir. Bu değerler literatürden elde edilen bilgilerle kıyaslandığında, benzer çalışma koşullarında gerçekleştirilen laboratuvar ve saha testlerinin sonuçlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

2.1.5. Asfaltit Küllerinin Değerlendirilmesi

Asfaltit kok veya küllerinden değerli metallerin geri kazanılması için liç yöntemi uygulanabilir. Bu yöntemin temelinde atıklar içerisinde bulunan değerli metaller uygun kimyasallar ile reaksiyona sokulması ile çözündürülür ve sıvı faza alınarak geri kazanılır. Belirli bir pH ve basınç altında genellikle H₂SO₄ kullanılarak çözündürülen metaller sıvı faz alındıktan sonra hidrojen sülfid kullanılarak sülfidler halinde çöktürülerek başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Alp, 1997).

Türkiye'de MTA Genel Müdürlüğü tarafından asfaltitlerden sentetik petrol ile yan ürün olarak amonyak ve H₂S küllerinden ise nadir minerallerin (V, Ni, Mo, U, Ti) eldesine yönelik teknolojik çalışmalar gerçekleştirilmiş olup laboratuvar ölçeğinde olumlu sonuçlar alınmıştır. Yapılan araştırmalar, ülkemizde yüksek oranda petrol içeren asfaltitlerin, petrolü alındıktan sonra geriye kalan artığının da katı yakıt olarak kullanılabilceğini göstermiştir (Şengüler, 2007). Ayrıca bu asfaltitin yakılması ile elde edilen külün yapısında Nikel, Molibden, Vanadyum, Kadmiyum, Kobalt, Uranyum gibi nadir elementler bulunur ve bunların değerlendirilebilirliği ekonomik sınırlar içinde kalmaktadır (URL-3, 2017).

Asfaltiti üzerine yapılmış olan çalışmada Kül içeriği %39,35, Uçucu maddesi 34,08, Sabit Karbonu 26,25, toplam kükürt içeriği %8,26, Isıl değeri 4344 – 4551 kcal/kg ve yoğunluğu ise 1,673 gr/cm³ olarak bulunmuştur. Asfaltitin koklaştırılabilirliğine bakıldığında %65,60 kok ve %34,40 gaz elde edilmiştir. Yakılan asfaltitin külünde %0,20 Ni, %0,33 Mo, %0,57 V, %1,15 Ti ve %0,006 – 0,022 U₂O₈ olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan başka piroliz yöntemi ile asfaltitin % 10 - 11 inin sentetik ham petrol (20 API) olarak, % 19 – 21'inin ise sentetik gaz yakıt (N 5000 kCal/Nm³) olarak elde edilebildiği gibi, pirolizden arta kalan kısmının 400 Kcal/kg. ısı değerli ve kolaylıkla yakılabilen bir katı yakıt olarak kullanılabilmesi mümkün olduğu belirtilmiştir (URL-4, 2017).

Asfaltit hammaddelerinden verimli bir şekilde faydalanabilmek için ileri temiz kömür teknolojileri, gazlaştırma-piroliz teknikleri kullanılmasının yanı sıra ayrıca yanma veya piroliz sonrası kalan asfaltit atık ve küllerinin de ayrıca değerlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü asfaltit külleri üzerine yapılan araştırmalar sonrasında bu küllerin içeriğinde vanadyum (V), molibden (Mo), titanyum (Ti), nikel (Ni) ve uranyum (U₃O₈) gibi değerli metallerin bulunduğu tespit edilmiştir (Saltoğlu, 1977). Yapılan araştırmalar sonucunda Şırnak asfaltit küllerinde değerli metallerin konsantrasyonları Mo: %0.29-0.33, Ni: %0.20-0.33, V: %0.35-0.57, Ti: %0.33-1.15 ve U₃O₈: %0.006-0.022 olarak bulunmuştur (Saltoğlu, 1977, Alp, 1997).

Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı-2018'de Şırnak asfaltit küllerinde; Harbul filonunun 5,24-15,72 ppm, Milli filonunun 5,72-18,46 ppm, Avgamasya filonunun 6,05-20,16 ppm, Seridahli filonunun 5,96-16,5 ppm, Karatepe filonunun 6,12-14,5 ppm demir içermektedir. Harbul' da suda çözünen 0,56 ppm, geri kalan oksitlerin yapısında, Milli'de 0,89 ppm suda çözünen geri kalan Fe₂O₃, Seridahli'de 1,09 ppm suda çözünen geri kalan Fe₂O₃, Karatepe'de de 076 ppm suda çözünen geri kalan Fe₂O₃ olarak kaldığı belirtilmiştir. Ayrıca küllerinde Mo: 3200-2250 ppm, Ti: 91-48 ppm, Ni: 4755-2532 ppm olarak U, Zn, V, Te, Cr bulunduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, asfaltit küllerinin değerlendirilmesi ile değerli metaller elde edilebilir ve kalan atıklar ise madencilik ve inşaat sektörlerinde dolgu ve ham madde olarak kullanılabilir. Böylece hem atıklar hem ekonomiye kazandırılmış olacak hem de çevresel etkileri minimuma indirilmiş olacaktır.

2.1.6. Asfaltit Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Dünyadaki kömür ya da petrol kökenli, bitüm ve piro-bitüm içeren oluşumların, alternatif sıvı/gaz yakıt ve kimyasal hammadde üretimine yönelik kullanım olanaklarının araştırılmasıyla birlikte, konu Türkiye'de de gündeme gelmiş ve asfaltitlerin tanınması ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalar

hızlanmıştır. Asfaltit, kalori değeri yüksek, külünde nadir mineraller bulunan, işlendiğinde değişik yüzdelerle gaz elde edilebilen, kıymetli bir kaynaktır. (Çakır, 2013, Şengüler, 2007).

Ülkemizde bitümlü şeyl etütleri MTA Enstitüsünün kurulmasıyla başlamış ve ilk yıllardaki çalışmalar bütün dünyada olduğu gibi sentetik petrol eldesi amacıyla sürdürülmüştür. Şırnak asfaltitleri üzerine yapılan laboratuvar çalışmaları, ülkemizde %25 oranında petrol içeren asfaltitlerin petrolü alındıktan sonra geriye kalan artığın 3800 kcal/kg lık bir sıvı değere sahip olduğunu göstermektedir. Asfaltitden alınan petrol oranı %40' a çıktığında artığın ısı değeri 2000 kcal/kg olmaktadır (Şengüler, 2007) .

Şırnak asfaltitlerinin alt ısı değeri 2800-5600 kcal/kg değerleri arasında olmasına karşın kül oranları oldukça yüksektir ve %37-65 bandında değişmektedir. Bununla birlikte bölge asfaltitlerinde ortalama %7 toplam kükürt, %5.5 yanabilir kükürt, %60-65 uçucu madde ve %0.2-1.0 nem bulunmaktadır (DİKA, 2013; DPT, 2007).

MTA tarafından gerçekleştirilen laboratuvar çalışmalarında basit ortalama değerlere indirgenerek söylemek gerekirse; her ton asfaltitten elde edilebilenler ağırlık olarak şöyle sıralanabilir: %19,6 Sıvılaştırılmış gaz (5000 kcal/m³ ısı değeri), % 11,8 Sentetik ham petrol, %65 Asfalt koku (4000 kcal/m³ ısı değeri) (URL-2,2017).

Hamamcı vd. (1995) tarafından yapılan çalışmada, Güneydoğu Anadolu asfaltitlerinin kükürdünün oldukça yüksek olduğu ve bu nedenle kapsamlı temizlik yapılmadan yanmada doğrudan kullanıma uygun olmadığı belirtilmiştir. Simak ve Hazro'dan toplanan asfaltitlerden sülfürü uzaklaştırmak için Meyers (Fe⁻³ tuzları) yöntemi kullanılmıştır. Meyers yönteminin, muhtemelen yüksek kükürt içeriğine bağlı olarak Hazro kömüründen piritik sülfürün giderilmesinde çok etkili olduğu, ancak muhtemelen düşük piritik kükürt ve yüksek organik sülfür olması nedeniyle Şırnak kömüründen piritik sülfürün çıkarılmasında başarılı olmadığı bulunmuştur. Organik sülfürün diğer kimyasal yöntemlerle uzaklaştırılması çalışması gerektiğini belirtilmektedir.

Aydın (2001) tarafından yapılan çalışmada, Şırnak ve Silopi yörelerinde bulunan asfaltitlerden elde edilen küllerde bulunan elementlerin endüstriyel ölçekte kazanılmalarını mümkün kılacak bir hidrometalurjik yöntem geliştirme amacı ile yapılmıştır. Sülfürleşmiş örneklerin flotasyonu ile bu elementlerin zenginleştirilmesi için optimum sülfürleme ve flotasyon koşulları belirlenmiştir. Bu koşullar altında yapılan çalışmalarla %0.05 Uranyum, %0.33 Molibden, %0.46 Vanadyum, %0.45 Nikel bulunan orjinal kül örneği flotasyon ile yapılan zenginleştirme sonucunda Uranyum, Molibden, Vanadyum ve Nikel değerleri yaklaşık 12 kat deriştirilmiştir. Elde edilen konsantradaki Uranyum %0.62,

Molibden %3.73, Vanadyum % 6.90 ve Nikel %5.42 seviyesinde elde edilmiştir.

Altun v.d. (2003) tarafından yapılan çalışma, Silopi/Türkiye asfaltinin izotermal olmayan termogravimetri ile partikül büyüklüğü ve ısıtma hızının pirolizine etkisini kapsamaktadır. Sonuç olarak, farklı boyut fraksiyonlarına ve ısıtma hızlarına göre örneklerin piroliz özellikleri ve kinetiğinde önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir.

Abakay v.d. (2004) tarafından yapılan çalışmada, Şırnak asfaltinin aglomerasyon yöntemiyle temizlenmesi ihtimali araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar, kül, kükürt, uçucu madde ve sabit karbon içeriği ile sırasıyla 44.8, 6.0, 38.0 ve % 17.2 oranında asfaltit numunesi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, aglomerasyon işleminin genel performansı üzerindeki etkilerini araştırmak için laboratuvar testleri yapılmıştır. Ayrıca, deniz suyunun ve göl suyunun, toplanan ürünlerin yanıcı geri kazanımı ve kül içeriği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Belirlenen optimum koşullar şunlardır: öğütme süresi: 50 dakika, köprülleme sıvı tipi: % 50 gazyağı, % 50 akaryakıt, köprülleme sıvı konsantrasyonu: % 30, kağıt hamuru yoğunluğu: % 12.5, karıştırma hızı: 1800 rpm. Deniz suyunun ve göl suyunun külün uzaklaştırılmasındaki etkilerinin negatif olduğu bulunmuştur.

Aydın v.d. (2005) tarafından yapılan çalışmada, kül flotasyon öncesi bir otoklavda sülfürize edilmiştir. Optimum sülfürizasyon koşullarından elde edilen numunenin yüzdürülmesiyle, tüm uranyum, molibden, vanadyum, nikel ve titanyum içeren konsantreler elde edilmiştir. Yukarıda belirtilen elementlerin konsantrede fazdaki orijinal külden 12 kat daha fazla zenginleştirildiği tespit edilmiştir. Orijinal kül flotasyon ile zenginleştirilmeye çalışılmıştır. Ancak, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar cesaret verici değildi. Bu nedenle, flotasyon öncesi kül otoklavda sülfürize edilmiştir. Flotasyon çalışmalarında kolektör olarak K-isobutylxanthate ve Kamyxanthate kullanıldı ve Aeroflat 65 frother olarak kullanıldı.

Saydut (2005) tarafından yapılan çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki katı fosil yakıtlardan alınan numunelerin TGA analizleri ve piroliz yöntemiyle sıvı yakıt elde edilmesi imkanları araştırılmıştır. Silopi-Harbul, Şırnak-Avgamasya, Şırnak-Egürük Asfaltitleri ve Diyarbakır-Hazro Kömürünün kullanıldığı bu çalışmada numune alma ve hazırlama kömürlerin kimyasal analizleri, TGA analizleri, piroliz ve piroliz ürünlerinin karakterizasyonu incelenmiştir. Çalışmalar sonucunda,

- 550 -800 °C arasında azot, sülfür bağları kırılır ve bununla beraber organik bozunma olur. Yüksek sıcaklıklarda karbonizasyonun bir sonucu olarak yapıdan hidrojen, metan ve az miktarda karbon monoksit veya karbondioksit ayrılmaktadır.

- Piroliz deneyleri 400 – 800 °C arasındaki sıcaklıklarda yapılmış olup asfaltiti ve kömür için en yüksek verim 500 °C’de elde edilmiştir. Harbul asfaltitinin 550 °C’de ki kok verimi %57,10, piroliz dönüşümü %42,90, sıvı ürün verimi %19,66, su verimi %2,64; Avgamasya asfaltitinin 550 °C’de ki kok verimi %70,88, piroliz dönüşümü %29,12, sıvı ürün verimi %11,13, su verimi %2,01; Sendürek asfaltitinin 550 °C’de ki kok verimi %62,43, piroliz dönüşümü %37,57, sıvı ürün verimi %13,14, su verimi %1,40; Hazro kömürünün 550 °C’de ki kok verimi %67,68, piroliz dönüşümü %32,32, sıvı ürün verimi %13,28, su verimi %0,99 olarak tespit edilmiştir.
- Piroliz sonucunda asfaltiti ve kömürden elde edilen sıvı ürünün suyu ayrıldıktan sonra sıvı ürün ekstraksiyonu ile Harbul asfaltitinin asfalten miktarı %40,38, preasfalten %7,026, alifatik %41,98, aromatik %4,728 ve polar %5,88; Avgamasya asfaltitinin asfalten miktarı %20,86, preasfalten %8,13, alifatik %62,84, aromatik %3,25 ve polar %4,86; Segürük asfaltitinin asfalten miktarı %28,719, preasfalten %10,43, alifatik %52,542, aromatik %5,052 ve polar %3,253 olarak bulunmuştur.

Abakay Temel ve Ayhan (2005) tarafından yapılan çalışmada, GAP bölgesinde bulunan Adıyaman-Gölbaşı linyiti, Diyarbakır-Hazro kömürü ve Şırnak asfaltitinin yıkanabilirlik özellikleri incelenmiştir. Yıkama verilerinin değerlendirilmesinde, yoğunluk dağılımı, temiz kömür miktarı, şist kalitesi, yıkanma kolaylığı ve yıkanabilme derecesi kullanılmıştır. Son olarak Şırnak asfaltitinin herhangi bir gravite yöntemi ile yıkanmasının mümkün olmadığı ortaya çıkmıştır ve Adıyaman - Gölbaşı Linyitinin yıkanabilme numarası 3,67 olarak belirlenmiştir.

Hiçyılmaz ve Altun (2006) tarafından yapılan çalışmada, Şırnak asfaltitinin flotasyon yöntemiyle demineralizasyonu araştırıldı. Parçacık boyutu, kollektör tipi ve miktarı, pH, pulpa yoğunluğu, flotasyon süresi ve kaba flotasyon ürününün temizlenmesi gibi farklı parametrelerin proses üzerindeki etkisi incelenmiştir. Doğal pH’ta kollektör Accoal 18 (Cytac Ind. Inc.) ile muamele, en yüksek yanma ve düşük kül verimi geri kazanımını sağladı. Pulp yoğunluğu % 10 katı ve 2 dakikalık bekleme süresinde flotasyon en iyi sonucu vermiştir. Tek aşamalı flotasyon sonucunda, asfaltitin kül içeriği % 44.86’den % 24.58’e düşürülmüş, % 71’i yanabilir. Toplam sülfür içeriği, sırasıyla 5.53’ten % 1.89’a ve aktivasyon enerjisi sırasıyla 46.76’dan 29.84 kJ / mol’e düşmüştür. Asfaltitin kalorifik değeri 4,380’den 6,070 kcal / kg’a çıkarıldı.

Sezer (2007) tarafından yapılmış çalışmada, Şırnak-Silopi asfaltiti ve Alçak Yoğunluk Polietilen (AYPE) yarı kesikli bir reaktörde piroliz edilmiştir. Sıvı, gaz ve katı kalıntı verimlerine ısıtma hızının, sıcaklığın, vakumun ve piroliz

süresinin etkisi araştırılmıştır. AYPE'nin yarı kesikli reaktörde 550 °C sıcaklıkta, 30 °C dk-1 ısıtma hızında, 550 mmHg vakum basıncında ve 60 dk piroliz süresinde pirolizlenmesi ile % 84 sıvı ürün verimine ulaşılmıştır. Şırnak-Silopi asfaltiti vakum altında serbest düşmeli reaktörde piroliz edilmiştir. 700°C piroliz sıcaklığına kadar sıvı ürün verimi artarken bu noktadan sonra azalmıştır. Besleme akış hızının ürün verimlerine fazla bir etkisi olmadığı görülmüştür. Asfaltitin partikül boyutunun artmasıyla hem sıvı ürün hem de gaz ürün artmıştır. Asfaltitin serbest düşmeli reaktörde 700 °C sıcaklıkta, 0,4 g dk-1 besleme akış hızında ve +250-75 µm partikül boyutunda pirolizlenmesi ile % 13 sıvı ürün verimine ulaşılmıştır.

Aksoğan Korkmaz (2007) tarafından yapılan çalışmada, Şırnak-Avgamasya asfaltitinin piroliz özellikleri, termal analiz yöntemleriyle belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, havada kuru örnek ağırlıkça %0.40 nem, %47.28 kül, %34.30 uçucu madde, %18.02 sabit karbon, %42.1 C, %3.57 H, %0.50 N, %5.55 S ve %47.88 O içermektedir. TG/DTG termogramları incelenerek, nem kaybı, uçucu çıkışı ve mineral madde bozunmasına bağlı olan 3 farklı sıcaklık bölgesi bulunmuştur.

Baran (2008) tarafından yapılan çalışmada, karbon köpük üretiminde Güneydoğu Anadolu'dan getirilen Avgamasya asfaltiti ile çalışılmıştır. Karbon köpüğün uygulama alanları başlıca iki ana başlık altında toplanabilir; savunma ve uzay endüstrisinde karbon köpüğün kullanım alanları haberleşme araçları, radar önleme sistemleri, hafif aynalar, optik araçlar, yalıtım panelleri, roket başlıkları, ısı yalıtımı ve ses yalıtımı olarak sıralanabilir. Ticari endüstrilerde ise karbon köpüğün kullanım alanları fren diskleri, yakıt pili elektrotları, katalitik konvertörler, yüksek sıcaklık yalıtımı, diş implantı, kemik protezi, birçok makinenin bileşeni, engelleyici bariyerler ve otomotiv sektörü olarak verilebilir. Bu çalışmada basınç, sıcaklık, basınç boşaltma süresi ve son sıcaklıkta bekleme süresi temel parametreler olarak seçilmiştir. Bunun yanı sıra, sınırlı şekilde karbonizasyonun köpük özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Yapılan deneylerin sonucunda, artan basınç ve sıcaklıkla daha homojen, yoğun ve dayanıklı karbon köpüğü elde edildiği görülmüştür. Basınç boşaltma süresinin artışı yoğunluğu önemli ölçüde etkilemezken, dayanımında artış meydana getirmiştir. Son sıcaklıkta bekleme süresinin artışı ile köpüğün yapısı daha da homojen olmuş, dayanım ve yoğunluğu az bir miktar olsa da artmıştır. Karbonizasyon işlemi üretilen köpüklerin yoğunluk ve dayanımını artırmıştır.

Eren (2008) tarafından yapılan çalışmada, petrol kökenli bir maden olan asfaltitin filler malzemesi olarak sıcak karışım asfalt betonunda kullanılabilirliği incelenmiştir. Aynı agrega gradasyonuna sahip kalker ve asfaltit filleri içeren asfalt karışımları hazırlanmış ve optimum bitüm oranları Marshall deneyi yapılarak

belirlenmiştir. Bu çalışma sonucu elde edilen bulgulardan, asfaltitin, asfalt betonu karışımında bütünüyle mineral filler olarak kullanılması yerine, özellikle boşluk oranı ve stabilite değerleri açısından, belli bir miktar kullanılmasının daha iyi sonuçlar verebileceği açıkça gözlenmiştir.

Gündoğdu (2009) tarafından yapılan çalışmada, asfaltit asfaltı ile geleneksel rafineri asfaltı fiziksel ve kimyasal olarak karşılaştırılmış ve asfaltit asfaltının kullanılabilirliği araştırılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar umut verici olmaktadır. Asfaltit asfaltının, geleneksel asfaltın yerine kullanılabilirliğinin araştırılmasına devam edilmesi yolunda önemli katkılar sağlanmıştır

İlhan ve Aytekin (2010) tarafından yapılan çalışmada, asfaltitin sıvılaştırılması sonucu elde edilen ham petrolün değerlendirilmesi ve diğer ham petrol örnekleriyle karşılaştırılması üzerine araştırma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi belirtilmektedir.

- Asfaltitin sıvılaştırılması sonucu elde edilen sentetik ham petrolün kükürt oranı % 4,52 – %6,45 yüksek bir değer aralığındadır.
- Kaliteli bir petrolün kükürt oranının düşük, API derecesinin ise yüksek olması istenmektedir. Sentetik ham petrolün ise kükürt oranı % 5,84, API derecesi ise 18,10 şeklinde istenilen değerlerin tam tersidir bu da yakıtın düşük nitelikte ve kalitesiz olduğunun göstergesidir.
- Asfaltitin sıvılaştırılması ile elde edilen sentetik ham petrolün, yüksek kükürt oranına bağlı olarak çevreyi, yakıtın kullanılacağı kazan ve makineyi olumsuz yönde etkileyeceği kanısına varılmıştır. Kükürdün giderilmesi için ek proses kullanılması gerekmektedir ve bu proses hidrojenasyon işlemine dayanmaktadır.
- Asfaltitten elde edilen sentetik ham petrolün kükürt giderme prosesinin fizibilitesi incelendiğinde prosesin pahalı olduğu ve yakıtı fiyat olarak ikiye katlayacağı düşünülmektedir

Kök v.d. (2011) tarafından yapılan çalışmada, bitümlü sıcak karışımların performansını iyileştirmek amacıyla petrol kökenli bir kayaç olan asfaltit ve bitüm modifikasyonunda kullanımı yaygınlaşan stiren-butadien-stiren (SBS) katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Sonuçta modifiyeli karışımların mühendislik özelliklerinin kontrol numunesine göre önemli derecede iyileştiği, bu iyileşmenin deney yöntemleri arasında değişik sonuçlar gösterdiği, özellikle yorulma deneyinin katkı maddelerinin etkilerini belirlemede çok etkin olduğu, SBS ve asfaltitin birlikte kullanıldığı karışımların çok iyi performans sergilediği belirlenmiştir.

Kavak (2011) tarafından yapılan çalışmada, Şırnak bölgesinde 12 farklı damardan elli beş örnek ve Güney Doğu (R) ve Dinçer Petrol sahalarından elde

edilen iki petrol örneği, organik jeokimyasal yöntemlerle (. Doymuş fraksiyonlar, gaz kromatografisi spektrometresi ve kararlı karbon izotopunun toplam organik karbon, kaya-değerlendirme pirolizi, gaz kromatografisi) analiz edilmiştir. Asfaltitlerde toplam organik karbon (TOC) içeriği% 12 ile % 65 arasında değişmektedir. Tmax değerleri 428° C ve 465° C arasındadır. Hidrojen indeksi (HI) değerleri 270 ile 531 mg HC / g TOC arasında değişmektedir. Asfaltitlerin biyodegradasyonu seviyeleri, doymuş fraksiyonların GC analizleri ile incelenmiş ve hiçbiri orta dereceli biyodegradasyona rastlanmamıştır. Asfaltit örneklerinin uygunluğu, GC-MS analizi ile sağlanan biyobelirteç oranları değerlendirildi. Raman-Dinçer yağlarının kararlı karbon izotopu (13C) analizleri, %27 27 elde etmiş ve asfaltit numunelerinin asfaltin fraksiyonları, yaklaşık 26,8 oran ile benzer değerler göstermiştir. Asfaltitlerin petrol kaynaklı olduğu ve yüzeeye yakın damarlarda katıldığı ve jeokimyasal korelasyon ile yarıklarda petrol sızıntılarına rastlandığı sanılan Şırnak alanı asfaltitleri ile Raman-Dinçer yağları arasında benzerlikler olduğu düşünülmektedir.

Kara-Gülbay ve Krokamaz (2013) tarafından yapılan çalışmada, Asfaltitler Gümüş-hacıköy (Amasya) bölgesinden üç farklı yerden (Gökçukur Platosu, Kağırcı ve Saraycık köyleri) numune alınmıştır. Bu çalışmada, asfaltit oluşumlarının organik jeokimyasal özellikleri araştırılmış ve birbirleriyle ilişkilendirilmiştir.

Tsyntsarski v.d., (2013) tarafından yapılan çalışmada, karbon adsorbanlarının üretimine dayanan doğal asfaltitlerin kullanımı için bir olasılık araştırılmıştır. Şırnak asfaltitlerinden gelişmiş gözenek yapısı ile karbon adsorbenti elde etmek için uygundur. Aynı zamanda, Silopi tortusundan asfaltitler kullanılarak aktif karbon elde etmek için hidroproliz uygundur. Aktif karbon yüzeyinde farklı oksijen grupları tespit edilmiştir.

2.2. Şırnak ili ve Çevresinde Bulunan Endüstriyel Hammaddeler

Çimento hammaddesi olarak genelde kalker, marn ve kil gibi malzemeler kullanılmaktadır.

Kalker (Kireçtaşı); geniş kullanım alanına sahip, kalker (kireçtaşı) sedimanter bir kayaç olup, çimento üretiminde çok büyük bir önem teşkil etmektedir. Kimyasal bileşiminde en az %90 CaCO₃ vardır. Kalkerin sertlik derecesi, Mohs sertlik skalası'na göre 3, özgül ağırlığı ise 2,5-2,7 gr/cm³'tür.

Marn; kil ve kalker karışımı bir maddedir. Özgül ağırlığı 2,0-2,9 gr/cm³'tür. Çimento sanayi için, kalker ve kilin beraber bulunduğu tek doğal hammaddedir. %50-70 kalker ve %30-50 kilden oluşmuş kayaca marn denilmektedir. Klinker, kil ve kalker içeren hammaddenin öğütüldükten sonra pişirilmesiyle elde edilir. Marn ise bu ikisini doğal olarak içerdiğinden ve kalkere kıyasla daha kolay öğütülmesinden dolayı, uygun bir hammaddedir.

Kil; ana maddesi alüminyum silikat hidratlardır. Çimentodaki alkalilerin ana kaynağı da kil bileşenleridir. Kil minerallerinin temel özelliği kimyasal bileşiminde Al_2O_3 ile SiO_2 bulunması ve sulu alüminyum silikattan oluşmasıdır.

Çimento çeşitleri; portland çimentosu, yüksek fırın(cüruf) çimentosu, traşlı çimentolar, katkılı çimentolar ve diğer çimento türleri olarak ana başlıklara ayrılmaktadır (Ordu ve Öztürk, 2017; Schneider v.d., 2011; DPT, 2001; Akçansa, 2008).

Şırnak ili ve çevresinde çimento hammaddeleri ile ilgili yine MTA (Maden Tetkik ve Arama)'nın geçmiş dönemlerde yapmış olduğu pek çok çalışma mevcuttur. Bölgede Çimento fabrikasının kurulması gündeme geldiği halde kurulamamıştır. Bölgede çimento hammaddeleri açısından zengin bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çimento üretim tesisleri kurularak değerlendirilmelidir. Bölgenin Ortadoğu sınırına yakın olması avantaj sağlamakta olup bu rezervlerin bulunduğu yerlerde çimento üretim tesislerinin kurulmasının gerek bölgenin gerekse de sınır ötesinin çimento ihtiyacının karşılanmasında önemli olduğu Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden çalışmayı sonuç raporunda belirtilmektedir.

Uçucu küllerin çimento hammaddesinde kullanılmasına yönelik bir çok araştırma yapılmış olup kül içeriğine bağlı olarak kullanımı uygun görülmüştür. Bu konudaki araştırmaların artırılması ve nihai sonuca (pilot tesis gibi) varılması önemlidir. Bu konuda bölgede termik santrallerinden elde edilecek ucucu küllerin çimento hammaddesi olarak kullanımına uygun olup olmadığı araştırılmalıdır. Bu da ayrıca artı bir değer olarak önümüze çıkmaktadır.

Tablo 4'te Şırnak ili sınırlarında faaliyet gösteren maden işletmeleri ve Cevher Hazırlama Tesisleri gösterilmektedir.

Tablo 4 incelendiğinde; Şırnak ili sınırları içerisinde blok mermer üretimi, kireçtaşı, bazalt, kalker, konglomera, kum, çakıl, parke taşı, alçıtaşı, hazır beton ve çimento üretimi yapılmaktadır.

Şırnak ili ve çevresinde milyonlarca ton kaliteli bazalt rezervleri yer almaktadır. Bu konuda Cizre sanayi sitesinde yapılan çalışmada olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Üretilen bazaltlar mıcır, kum ve kaplama taşı olarak kullanılmaktadır.

Tablo 4.1. Şırnak ili Sınırlarında Asfaltit Dışında İşletilen Maden Ocakları ve Cevher Hazırlama Tesisleri

Sıra No	Ruhsat Sahibi	Faaliyet Konusu	Mevkii
1	Hişar OSAL	Blok Mermer Üretimi	Divin Köyü- Nerdüş Deresi Mevkii/Şırnak
3	Park En.ek.Mad. Tic. A.Ş.	Kireçtaşı Maden Ocağı	Çalışkan Beldesi-Silopi/Şırnak
4	ACS İnş. Mad. Kim. Nak.Gıda San. A.Ş.	Bazalt Ocağı Kırma Eleme Tesisi	Yavşan Köyü Merik Mevkii-İdil/Şırnak
5	Al Beton Tuğla İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Kırma -Eleme(konkasör) Tesisi	Çakırsöğüt Köyü Mevkii-Merkez/Şırnak
6	Al Beton Tuğla İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Kalker Ocağı	Merkez/Şırnak
9	Yusuf Mad. İnş. Turizm İth.İhr.San. ve Tic. Ltd. Şti.	Kırma-Yıkama-Eleme Tesisi	Ulaş Köyü Çembadol Mevkii-Cizre/Şırnak
10	Dicle Beton San. ve Tic. A.Ş.	Hazır Beton ve Kırma-Yıkama-Eleme Tesisi	Kurtuluş Köyü Zuran Mevkii-Cizre/Şırnak
11	Demirtaş İnş. Nak. Mad. İth. İhr. San.ve Tic. Ltd. Şti.	Hazır Beton ve Kırma-Yıkama-Eleme Tesisi	Kurtuluş Köyü Zuran Mevkii-Cizre/Şırnak
12	Tellioglu Pet. Nak. İnş. Turz. Ot. İth. İhr. San. ve Ltd. Şti.	KonglomeraOcağı ve Kırma-Eleme Tesisi	Zorova Mevkii-Silopi/Şırnak
13	DSİ 16. Bölge Müd.	Bazalt Ocağı-Kırma-Eleme Tesisi	Çevrimli Köyü Güçlükonak/Şırnak
14	Ekspres İnş. Nak. Mad. Gıd. Pet. Tar. San ve Tic. Ltd. Şti.	Yıkılmış Kum ve Çakıl Üretim Tesisi	Ulaş Köyü Çembadol Mevkii Cizre/Şırnak
15	Burak İnş. Nak. Mad. Gıda ve Tic. Ltd. Şti.	Kalker Ocağı ve Kırma-Eleme Tesisi	Çakırsöğüt Mevkii-Şırnak
16	Ramtaş İnş. San. Tic. Ltd. Şti.	Parke Taşı Üretim Tesisi	Ulaş Köyü Çembadol Mevkii Cizre/Şırnak
17	Silopi Beton İnş. Nak. İth. İhr. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Hazır Beton Santrali	Üçağaç Köyü Ova Mevkii Silopi/Şırnak
18	Abdurrahman Çiftçi	Alçıtaşı Maden Ocağı	Aşağıdere Köyü Mevki Cizre/Şırnak
20	Karayolları 9. Bölge Müdürlüğü	Kalker Ocağı Kırma-Eleme tesisi	Çakırsöğüt Mevkii- Merkez/Şırnak
21	Serhanoglu İnş. Nak. Ot. Tem. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Kalker Ocağı Kırma-Eleme tesisi(II-A Grubu Maden)	Beytüşşebap İlçesi Ayvalık Köyü Mevkii

Tablo 4.2. Şırnak ili Sınırlarında Asfaltit Dışında İşletilen Maden Ocakları ve Cevher Hazırlama Tesisleri (Devamı)

Sıra No	Ruhsat Sahibi	Faaliyet Konusu	Mevkii
22	ACS İnş. Mad. Kim. Nak. Gıd. San. Tic. A.Ş.	Bazalt Ocağı Kırma-Eleme Tesisi (II-A Grubu Maden)	İdil İlçesi Açma Köyü Mevkii
23	Silopi Elektrik Üretim A.Ş.	Kireçtaşı Madeni Ocağı Kırma-Eleme Tesisi	Silopi İlçesi Çalışkan Beldesi Mevkii
25	Şırnak Çimento San. ve Tic. A.Ş.	Kalker Ocağı	Çakırsöğüt Mevkii Merkez/Şırnak
26	Albeton Tuğ. İnş. San. ve Tic. A.Ş.	Kalker Ocağı	Çakırsöğüt Mevkii Merkez/Şırnak
27	MNA Mad. İnş. Nak. Gıda ve Pet. Ür. San. Tic. Ltd. Şti.	Kırma-Eleme-Yıkama Tesisi	Yakacık Köyü Mevkii Cizre/Şırnak
28	MNA Mad. İnş. Nak. Gıda ve Pet. Ür. San. Tic. Ltd. Şti.	II-A Grubu Konglomera Ocağı	Yakacık Köyü Mevkii Cizre/Şırnak
29	Silopi Elektrik Üretim A.Ş.	II-a Grubu kireçtaşı Ocağı	Silopi İlçesi Çalışkan Beldesi Mevkii
30	Rojhat Uluslararası Nak. Dış Tic. Ltd. Şti.	Kırma-Eleme-Yıkama Tesisi	Kurtuluş Köyü Zuran Mevkii Cizre/Şırnak
31	Altürkler İnş. Nak. Turz. Ot. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Kalker Ocağı Kırma- Eleme Tesisi(II. Grup Maden)	Ballı Köyü Mevkii Uludere/Şırnak
34	Yüceengin Gıda İnş. Nak. ve Tic. Ltd. Şti.	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı ve Kırma- Eleme Tesisi	Aşağıdere Köyü Mevkii Beytüşşebap/Şırnak
35	Celalettin SALTAN	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı ve Kırma- Eleme Tesisi	Çakırsöğüt Mevkii Merkez/Şırnak
36	Demce Yapı İnş. San. Tic. A.Ş.	Hazır Beton Santrali	Yolağzı Köyü Kur Mevkii Silopi/Şırnak
38	İntekar Yapı Tur. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı ve Kırma- Eleme Tesisi	Derebaşı Köyü Mevkii- Silopi/Şırnak
39	Vole Mad. İnş. San. ve Tic. Ltd. Şti.	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı	Çakırsöğüt Mevkii Merkez/Şırnak
40	Silopi Elektrik Üretim A.Ş.	Asfaltit Maden Ocağı ve Kırma- Eleme Tesisi	Çalışkan Beldesi Mevkii Silopi/Şırnak
41	ACS Beton Parke San. İnş. Mad. Pet. İth.İhr. Ltd. Şti.	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı ve Kırma- Eleme Tesisi	İdil-Cizre Karayolu 4. Km İdil/Şırnak

Tablo 4.3. Şırnak ili Sınırlarında Asfaltit Dışında İşletilen Maden Ocakları ve Cevher Hazırlama Tesisleri (Devamı)

Sıra No	Ruhsat Sahibi	Faaliyet Konusu	Mevkii
42	Şahinler İnş. Mad. San. ve Tic. A.Ş.	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı	Oyalı Köyü Mevkii-İdil/Şırnak
43	Demirtaş İnş. Nak. Mad. İth. İhr. San. Tic. Ltd. Şti.	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı ve Kırma-Eleme Tesisi	Kasrik Beldesi Mevkii Kasrik/Şırnak
46	Tellioglu Pet. İnş. Nak. Turizm Oto İth. İhr. San. Tic. Ltd. Şti.	II-A Grubu Maden Kalker Ocağı ve Kırma-Eleme Tesisi	Derecik Mevkii Görümlü Beldesi Silopi/Şırnak
51	Metçet İnş. İth. İhr. Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Taş Kırma Eleme ve Hazır Beton Santrali	Balveren Beldesi Bergüzan Mevkii Merkez/Şırnak
52	Tanrıverdi Transpart Ak. Taş. Gıda İnş. Mad. San. ve Tic. Ltd. Şti.	Taş(Bazalt) Kırma ve Eleme Tesisi	Korucu Köyü Mevkii Cizre/Şırnak
53	Yurt Çimento San. ve Tic. A.Ş. Silopi	Çimento Öğütme ve Paketleme Tesisi	Özgen Köyü Yolu 3. Km Silopi/Şırnak

Ayrıca, fizibilite çalışmaları neticesinde Hakkari - Çukurca provensi hattının Ortasu-Uludere'ye kadar geldiği ve Işıkkveren mevkiide özellikle önemli barit ve fosfat sahalarının olduğu ön görülmektedir. TPAO ve MTA tarafından Karaboğaz ve üst kreatese formasyonlarında fosfat yataklarının olduğu belirlenmiştir. Bu konuda detaylı fizibilite çalışmalarına geçilmeli ve doğrudan kazanımla ilgili proseslerin araştırılması gerekmektedir.

2.3. Petrol

Bölgede petrol ve doğalgaz araştırmaları TPAO tarafından yapılmakta olup alınan numuneler Ankara Ar-ge laboratuvarında incelenmektedir. Şırnak il sınırları içerisinde toplam 9 petrol kuyusu açılmış olup, Mardin il sınırı ile birlikte daha fazla sayıda kuyu bulunmaktadır. Özellikle Yolaçan sahaları ve Batı Kozluca sahalarından üretim yapılmış olup, Yolaçan kuyuları dinlenmeye alınmıştır. Toplamda 4 adet Yolaçan kuyusu açılmış olup, ikisi petrol, ikisi doğalgaz kuyusu olarak üretime alınmıştır. Yolaçan C1 ve Yolaçan C2 kuyularının kümülatif üretimleri 353.025 m³ ve 383.956 m³ ' tür. Halihazırda Güney Dinçer B1 kuyusu üretimi devam etmektedir. Günlük üretimi 250 varildir. Bölgede en son açılan kuyu Çalışkan-2 kuyusu olup, petrol emareli sulu kuyu olarak terk edilmiştir. Bölgedeki topografik koşullar ve terör sorunu nedeniyle şimdiye kadar yapılan çalışmalar kısıtlı kalmış olup, bundan sonra daha detaylı jeolojik saha çalışmaları ve jeofizik çalışmalarla birlikte geleceğe yönelik arama çalışmaları TPAO tarafından devam ettirilecektir. Özellikle güvenli şekilde gerçekleştirilecek saha çalışmaları ve 3D

sismik çalışmalarını yer yapılarının keşfini sağlayacaktır. Bölgede açılan kuyular daha çok Garzen Formasyonu ve Mardin grubu formasyonları hedefli olup, kuyu derinlikleri 2700 m ile 4700 m arasında değişiklik göstermiştir. Yani sığ kuyular olmayıp orta ve derin kuyulardır.

Batı Kozluca Sahasında petrol potansiyelinin olduğu bilinmekte olup bunun çıkarılması gerekmektedir. Ancak sınıra yakın alanda yer aldığından petrol araştırmaları kısıtlı kalmaktadır. Sınırdaki sorunların çözülmesi ile daha çok arama ve üretim faaliyetleri yapılabilir.

Ayrıca TPAO tarafından yapılmış olan çalışmalar neticesinde bölgedeki gaz kuyularında H₂S tespit edilmiştir. Bu gaz Batı Kozluca sahasında yeraltındaki petrolün viskozitesini azaltmak için kullanılmaktadır. Fakat H₂S miktarının 1200 ppm civarında tespit edilmesinden dolayı proje durdurulmuştur. Bu sebeple H₂S' i ayrıştırma tesisi kurulması gerekmektedir.

DSİ Diyarbakır Silvan'da yapılması planlanan tünelde gaz varlığının tespit edilmesi nedeniyle tünel yapımı durdurulmuştur. Bu bölgede gaz araştırmalarının yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Direk petrol eldesinin yanı sıra asfaltitin katılmış petrol kökenli olduğu bilindiğinden sondaj yapılarak belirli bir metreden sonra sıvılaşma (petrol) olup olmadığı da araştırma konusudur. Belli bir noktadan sonra sıvılaşma tespit edilirse bu duruma göre üretim planlaması yapılabilir.

Bu nedenle önümüzdeki yıllarda ülkemizin enerji ve hammadde ihtiyacının karşılanmasında asfaltitlerden sıvı yakıt ve kimyasal hammadde kaynağı olarak yararlanılması ve bu alandaki çalışmaların desteklenmesi oldukça büyük önem arz etmektedir (Saydut, 2005) .

2.4. Elektrik Üretim Santralleri (Termik Santral)

Bölgede 3 adet termik santral bulunduğu bilinmektedir. Tablo 5' te Şırnak İli sınırlarında faaliyet gösteren elektrik üretim santralleri verilmektedir.

Enerji sektörüne 1996 yılında adım atan Karadeniz Enerji Grubu, 1999 yılında ilk termik santrali Karkey ile Şırnak'ın Silopi ilçesinde ticari üretime başlamıştır. Kısa süre içerisinde aynı bölgede kapasite artışında bulunmuştur 1999 yılında Şırnak il sınırlarında Kurulan tesis 181 MW ve 11 MW kurulu güç ile Silopi ve İdil ilçelerinde üretim yapmaktadır. Enerji santrali akaryakıt ile işletilmekte ve serbest üretici olarak çalışmaktadır (URL-8, 2018; URL-9, 2018).

Silopi Elektrik Üretim A.Ş., Ciner Grubu tarafından işletilmektedir. Yerli kömürün desteklenmesi, istihdama dönüştürülmesi ve ekonomiye kazandırılması amacıyla alınan yatırım kararı çerçevesinde, 2003 Yılında Silopi Asfaltit Sahası Harbul ve Silip filonları T.K.İ. tarafından açılan ihale neticesinde rödovans karşılığı alınmıştır. Yapılan çalışmalar sonrasında termik santral yeri olarak

Şırnak ili Silopi ilçesi sınırları dahilinde bulunan Görümlü ve Çalışkan Köyleri arasındaki bölgede kurulmak üzere 135 MW Kurulu gücündeki 1. Ünitenin kurulumu için 2004 yılında üretim lisansı alınmış, 2005 yılında ise Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporu alınmıştır. Projenin inşaat ve montaj işleri 2008 yılında tamamlanmıştır. 2009 yılı Mayıs ayında E.T.K.B. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü nezdinde santralin Geçici Kabulü yapılmış ve tesis ticari işletmeye geçmiştir. Tesis asfaltlı yakıtlı, Akışkan Yataklı ve çevre dostu bir termik santraldir. 1. Ünitenin başarısı üzerine, aynı sahada 2 yeni 135 MW'lık ünitenin kurulumuna karar verilmiştir. Bu 2 yeni 135 MW'lık ünitenin kurulumu için inşaat ve montaj çalışmaları 2014 yılında tamamlanmıştır. 2. Ünitenin Mayıs 2015'de, 3. Ünitenin ise Aralık 2015'de E.T.K.B. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü nezdinde Geçici Kabulleri yapılmış ve üniteler ticari işletmeye geçmiştir. Toplam 405MW'lık ünite ile ve 1500 kişilik istihdam sağlayarak termik santral faaliyetlerini sürdürmektedir (URL-10, 2018).

Ayrıca, bu santrallerden İdil İki Enerji San. ve Tic. A.Ş tarafından kurulan tesis faaliyet göstermemektedir.

Tablo 5. Şırnak Elektrik Üretim Santralleri

Sıra No	Ruhsat Sahibi	Faaliyet Konusu	Mevkii
1	Silopi Elektrik Üretim A.Ş.	405 MW Akışkan Yataklı Termik santrali	Görümlü-Çalışkan Beldesi Mevkii-Silop/Şırnak
2	İdil İki Enerji San. ve Tic. A.Ş.	24 MW kurulu güce sahip Mobil Elektrik Üretim Santrali	Midyat-İdil Karayolu 50. Km Botaş PS-3A Pompa İstasyonu İdil/Şırnak
3	Karkey Karadeniz Elektrik Üretim A.Ş.	180 MWH Kurulu Güce Sahip Elektrik Üretim Santrali	Botaş PS-3A Pompa istasyonu yanı Yeniköy Mevkii Silopi/Şırnak

2.5. Metalik Madenler

MTA Bölge Müdürlüğü tarafından yapılan çalışmalarda Ağrı, Iğdır, Van civarlarında altın rezervlerine yönelik ruhsatlandırma çalışmaları yapılmaktadır. Elde edilen jeokimya sonuçlarına göre Şırnak bölgesinde de metalik madenlerin özellikle Hakkari'den Uludere(Ortasu) ve Beytüşşebap Bölgesine kadar uzanan önemli Kurşun-Çinko provensisi ve değerleri tespit edilmiştir. Bilindiği üzere Hakkari'de Türkiye'nin en önemli Kurşun-Çinko yatakları mevcut olup sadece bir özel şirket tarafından işletilmektedir. Bunlar başlangıç olup MTA tarafından araştırmalar devam edecektir ve Türkiye'nin ekonomisine kazandırılacaktır.

Tablo 6' da Ballı Köyü Mevkii Uludere Şırnak'ta Demir-Kurşun-Çinko-Gümüş (IV. Grup Maden) Ocağı gösterilmektedir.

Tablo 6. Şırnak İlinde İşletilen Metalik Maden Ocakları

Sıra No	Ruhsat Sahibi	Faaliyet Konusu	Mevkii
1	Bonus Enerji Elektrik Üretim Mad. San. ve Tic. A.Ş.	Demir-Kurşun-Çinko-Gümüş (IV. Grup Maden) Ocağı	Ballı Köyü Mevkii Uludere/Şırnak

2.6. Jeotermal Enerji

Güçlükonak-Hısta Jeotermal Alanı; Şırnak ilinin en önemli jeotermal alanı olup sıcaklığı 67 °C'ye kadar olan bu kaynaktan çıkan sular, kaplıca amaçlı olarak kullanılmaktadır (DİKA, 2010). Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden çalıştayında MTA tarafından yapılan sunuma göre; Şırnak ilinde tespit edilen diğer jeotermal alanlar;

- ✓ Beytüşşebap-Ilıcak kaynağının (44 °C)
- ✓ Balveren-Besta kaynağı (27 °C)
- ✓ İkizce jeotermal kaynağının (22 °C)

Ayrıca bölgede TPAO tarafından açılan kuyularda ise (1520-3830 m), kuyu tabanı sıcaklıkları 56-137°C arasında değişmektedir.

SONUÇ-DEĞERLENDİRME ve ÖNERİLER

Şırnak ili ve çevresinin endüstriyel ve enerji hammaddelerine yönelik maden kaynakları (asfaltit başta olmak üzere fosfat, çimento hammaddeleri (kalker, marn, kil vd.), mermer, bazalt, metalik madenler, jeotermal kaynaklar ve petrol vb. madenler) bakımından zengin bir rezerv potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Şırnak ilinde toplam 21 adet ruhsatlı çalışabilir asfaltit ocağı, 14 adet asfaltit ocağı ile birlikte cevher hazırlama tesisi (Kırma-Elemente ve Yıkama tesisi ile paketleme) ve 53 adet asfaltit dışı endüstriyel hammadde (blok mermer üretimi, kireçtaşı, bazalt, kalker, konglomera, kum, çakıl, parke taşı, alçıtaşı, hazır beton ve çimento) ve 1 adet IV. Grup metalik maden (Kurşun-Çinko-Gümüş v.b.) üretimi yapılmaktadır.

TEİAŞ Kasım 2017 ayı verilerine göre elektrik üretiminin %0,8'i asfaltitten sağlanmaktadır (URL-6, 2018). Bu nedenle asfaltit kömürlerinin enerji üretimindeki payı artırılması veya alternatif kullanım alanlarının oluşturulması gerekmektedir.

Asfaltit ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, zenginleştirilmesinin gerekliliği, gazlaştırılabildiği, sıvılaştırılabildiği, küllerinden değerli metallerin kazanılabildiği, asfalt malzemesi ve karbon köpük üretiminde kullanılabildiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle asfaltit üzerine daha önce yapılmış olan çalışmalar baz alınarak asfaltit kullanımı ve yan ürün eldesi üzerine kurulacak sanayi kollarının oluşturulması için nihai adımların atılması gerekmektedir.

Sorunlar ve çözüm önerileri;

- ✓ Asfaltit rezerv potansiyeli MTA'nın 1978 yılında yaptığı çalışmalarda 82 milyon ton olarak belirtilmiştir. Fakat bu veriler güncel olmayıp rezerv potansiyelinin 150 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu nedenle, asfaltitlerimizin özellikle rezervinin belirlenmesine yönelik kamu-özel ortaklığında detaylı arama çalışmaları yapılmalı, bu çalışmalardan elde edilecek verilerin kapsamlı bir şekilde projelendirilmesi sağlanmalıdır.
- ✓ Şırnak bölgesinde üretilen asfaltitlerden ekonomik bir şekilde faydalanmak için öncelikle çevreye duyarlı akışkan yataklı sistemle çalışan termik santrallerin kurulumu teşvik edilerek bu termik santrallerde kömürü(asfaltit) tüketip elektrik enerjisi üretimi sağlanmalıdır. Şırnak asfaltitlerinin kükürt oranı yüksek olmasına rağmen termik santral akışkan yataklı kazan sistemi ile kireçtaşı ilavesiyle yakıldığından kükürt adsorbe edilerek dışarıya verilmemektedir. Böylelikle akışkan yataklı sistemle çalışan termik santrallerde asfaltitin yakılması önem arz etmektedir ve çevre kirliliği önlenmektedir. Örneğin; Çanakkale / Çam'da aynı sistemde akışkan yatakla çalışan dünyada örneği olmayan 2 santralden biridir.
- ✓ Asfaltitin ocaktan çıkarıldığı gibi direk ısınma amaçlı kullanılması hava kirliliğine yol açmaktadır. Bu nedenle, asfaltit kömürlerinin yüksek kükürt ve kül içeriğinin giderilmesine yönelik cevher hazırlama (kırama-eleme-yıkama-paletleme) ve zenginleştirme (optik ayırma, ağır ortam, flotasyon, vs.) tesislerinin kurulması gerekmektedir. Böylelikle asfaltit kömürlerinin kalitesi artırılarak yüksek kalorili ve düşük kükürtlü, çevre dostu kömürün ekonomiyeye kazandırılması sağlanacaktır.
- ✓ Asfaltit kömürleri presleme fabrikalarında briketleme yöntemi ile piyasaya arz edilebilir. Bu uygulama yönteminde pres kömür fabrikalarında briketleme yöntemi ile kömürün karışımına katkı maddesi eklenerek kalorisinin artırılması ve kükürt düşürücü olarak da kireç kullanılması ile yumurta boyutuna preslenerek satışa sunulmaktadır.
- ✓ Asfaltit külleri çevre mevzuatına uygun katı atık madde depolama alanlarında depolanması gerekmektedir.
- ✓ Bölgede yeni teknolojik kömür üretim yöntemleri (gazlaştırma, sıvılaştırma ve yerinde gazlaştırma gibi) araştırılmalıdır. Bu konuda yapılmış pek çok araştırmalar mevcut olup, olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Asfaltitlerin sıvı ve gaza dönüştürme imkanları vardır. Özellikle Silopi kömürlerinin sıvılaştırılmasından oldukça iyi sonuçlar (%7,5 sıvı ve %5 gaz) elde edilmektedir. Buna yönelik tesisler kurulmalıdır.

- ✓ Asfaltit küllerinin içerisinde kayda değer düzeyde uranyum, kadmiyum, molibden, nikel ve vanadyum gibi değerli kazanılabilir kıymetli elementler bulunmaktadır ve bunların yeni bir teknoloji ile kazandırılması gerekmektedir. Santral küllerinin çevreye zarar vermeyecek şekilde depolanması ile külün içerisinde barındırdığı uranyum gibi değerli metalleri elde etmek için gerekli araştırma çalışmaları yapılarak gelecek dönemlerde ekonomiye kazanımı sağlanabilme imkanı verilmelidir.
- ✓ Asfaltitlerin içeriğinde mevcut metan gazının uzaklaştırılması ve depolama yöntemi kazanılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır.
- ✓ Termik santrallerin, asfaltitten yan ürün eldesi ve küllerinden değerli metallerin kazanımına yönelik yeni tesislerin kurulması doğrudan istihdama büyük katkı sağlayacaktır. Böylelikle yöredeki işsiz genç nüfusuna iş kapısı olacaktır.
- ✓ Açık işletme ömrünü tamamlamış ocakların yeraltı üretim yöntemleri için araştırmalar yapılmalıdır.
- ✓ Madencilik faaliyetleri çevre ve doğa tahribatına yol açmaktadır. Bu sebeple madenlerin çıkarılmasının ardından sahanın rehabilite edilerek doğaya yeniden kazandırılması ve toplumun yararına sunulabilmesi için hem dünyada hem de ülkemizde uygulanmakta olan 4 yöntemden söz edilmektedir. Bunlar; sahanın durumuna göre bazen bu yöntemlerden bir ya da birkaçı birlikte de kullanılabilir. Sözü edilen yöntemler; üst toprağın sahaya serilmesi suretiyle yapılan rehabilitasyon, elektroliz, kirlenmiş toprakların bitkilerle temizlenmesi ve rehabilite edilemeyen sahaların kamu yararına kullanılması yöntemleridir. Maden faaliyetleri sonrasında maden üretimi bittikten sonra ağaçlandırma ve çevre düzenlemesi vb. yöntemler uygulanarak çevre ve doğanın rehabilite edilmesi sağlanmalıdır.
- ✓ Açık işletme ve kapalı işletmeye yönelik dik şevler, göçük riski, gaz sorunu, çevresel sorunlar, küçük üretimlerin mevcut olması, dekapaj örtü kazı, patlayıcı madde tedariki, kaçak üretimin olması, kalifiye eleman sıkıntısı, kamulaştırma sorunu ve sahanın coğrafi konumu gibi sorunlar da dile getirilmiştir. Bu konudaki çözüm önerileri; maden projeleri, AR-GE projeleri yapımı, su sorunu için drenaj ve patlayıcı madde depo izni mutlak suretle verilmeli yada gününbirlik patlatma faaliyetleri arttırılmalıdır. Asfaltit üretim yöntemleri içinde mutlak surette yeraltı proje çalışmaları da yapılmalıdır. Denetimlerin (ruhsatlandırma, izinler, izinsiz ve tehlikeli sahaların kapatılması v.s.) arttırılarak kaçak (izinsiz) üretim yapan işletmeler kapatılmalıdır. İşletme alanı içerisinde

bulunan arsa sahiplerinin yüzdelerinin düşürülmesi veya arsaların kamulaştırılması ile yatırımcıların maliyeti düşeceğinden yatırımların aratacağı düşünülmektedir.

- ✓ Bölgede detaylı bir projelendirme (planlama) çalışması yapılmadan ocaklar açılmakta ve bunların büyük bir kısmı da kaçak olarak ve iş sağlığı ve güvenliği mevzuatlarına aykırı şekilde faaliyette bulunmakta, bu nedenle çok sayıda ölümcül kazalar meydana getirmektedir. Açılacak her ocak için detaylı bir işletme projesi hazırlanmalı, projesine ve iş güvenli mevzuatlarına uygun şekilde çalışılmalıdır.
- ✓ Madencilik sektörü iş kazaları sebebiyle insanlarda olumsuz bir algıya sebep olmaktadır. Her sektörde işçi ve işverenlerin sorumluluklarını yerine getirmemesinden ve dikkatsizlikten kaynaklı iş kazaları meydana gelmektedir. Bu kazalar iş güvenliği mevzuatlarına uygun çalışma yapıldığı takdirde minimize edilecektir.
- ✓ Şırnak ili ve çevresinde çimento hammaddeleri açısından zengin bir potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çimento üretim tesisleri kurularak değerlendirilmelidir. Bölgenin Ortadoğu sınırına yakın olması avantaj sağlamakta olup bu rezervlerin bulunduğu yerlerde çimento üretim tesislerinin kurulmasının gerek bölgenin gerekse de sınır ötesinin çimento ihtiyacının karşılanmasında olanak sağlanacaktır.
- ✓ Bölgede petrol potansiyelinin var olduğu bilinmektedir ve bunun çıkarılması gerekmektedir. Ancak rezervlerin bir kısmı sınıra yakın alanda yer aldığından petrol araştırmaları kısıtlı kalmaktadır. Sınırdaki sorunların çözülmesi ile daha çok arama ve üretim faaliyetleri yapılabilir.
- ✓ Hakkari'den Uludere(Ortasu) ve Beytüşşebap Bölgesine kadar uzanan önemli Kurşun-Çinko provensi ve metalik maden değerleri tespit edilmiş olup bu konuda araştırmaların artırılması ve değerlendirilmesi ile ekonomiye katkı sağlanması gerekmektedir.
- ✓ Güçlükönak-Hısta Jeotermal Alanı; Şırnak ilinin en önemli jeotermal alanı olup sıcaklığı 67 °C'ye kadar olan bu kaynaktan çıkan sular, kaplıca amaçlı olarak kullanılmaktadır. Yeni jeotermal alanların belirlenmesine yönelik sondajların yapılması ile tespit edilecek yeni jeotermal kaplıcalar bölgenin turizm potansiyelinin artmasına katkı sağlayacaktır. Örneğin, Afyon ilimiz kaplıcaları ile ünlü turistik bir merkez haline gelmiştir.
- ✓ Bölgede detaylı analiz yapabilecek laboratuvar bulunmadığından arama, işletme ve zenginleştirme faaliyetleri için gerekli olan analizler çevre illerde yaptırılmaktadır. Bu durum da sonuçların geç elde edilmesine neden olmaktadır. Bu yüzden bölgede detaylı maden analiz laboratuvarının kurulması gerekmektedir.

Sonuç olarak; Şırnak ilinde asfaltitlerin gaz içeriğine yönelik, kendinden yanabilirliği ve ocaklarının yeraltı çalışmaları için fizibilite çalışmaları bazı üniversitelerde çalışmalar devam etmekte olduğu bilinmektedir. Fakat bu çalışmalar yetersiz olup üniversite, kamu kurumları ve özel şirketler işbirliği ile AR-GE maden projelerine destek verilmeli ve bu konularda detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Abakay, H., Deniz Ayhan, F., Kahraman, F., 2004. Selective oil agglomeration in Şırnak asphaltite beneficiation. *Fuel*, 83, 2081–2086.
- Abakay Temel, H., ve Ayhan, F.D., 2005. Doğu Ve Güneydoğu Anadolu Maden Kaynaklarının Değerlendirilmesi Sempozyumu, 21-23 Nisan, Diyarbakır.
- Akçansa, 2008. Tanıtım Kataloğu ve Faaliyet Raporu.
- Aksoğan Korkmaz, A., 2007. Şırnak Asfaltitinin Piroлиз Özelliklerinin Termal Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi, “Yüksek Lisans Tezi”. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Alp, İ., 1997, Asfaltit, Türkiye Madencilik Dergisi, 16:5-9.
- Aydın, I., 2001. Güneydoğu Anadolu Asfaltit Külünden Uranyum, Nikel, Molibden ve Vanadyum Kazanılmasında Yeni Uygulamalar, “Doktora Tezi”. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır.
- Aydın, I., Aydın, F., Ziyadanoğulları, R., 2005. Enrichment of U, Mo, V, Ni and Ti from asphaltite ash. *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, Vol. 4, No.1, pp 1-10.
- Ballice, L., 2002. “Classification of Volatile Products Evolved from Temperature-programmed Pyrolysis of Soma-Lignite and Şırnak-Asphaltite from Turkey, 63: 267-281.
- Baran, D., 2008. Avcıgamaşya Asfaltitinden Karbon Köpük Üretimi. “Yüksek Lisans Tezi”. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği, İstanbul.
- Basu, P., 2006, Combustion and Gasification in Fluidized Beds Taylor & Francis Group LLC, Canada.
- Basu, P., 2010, Biomass Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory Taylor & Francis Group LLC, Canada.
- Budak, T., 2014, Yer Altı Kömür Gazlaştırma Prosesi : Denge Modeli Ve Ekonomik Analiz, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- Çakır, B., Kılıç, M., Kahraman, E., 2013, Silopi (Harput-Üç Kardeşler) asfaltit filonunun micromine madencilik tasarım programı kullanılarak açık işletme dizaynının yapılması, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, , Adana, Türkiye, 28(2), 99-111
- DİKA, 2013, TRC3 (Mardin, Batman, Şırnak, Siirt) 2014-2023 Bölgesel Gelişme Planı, Dicle Kalkınma Ajansı.
- DPT, 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Toprak Sanayii Hammaddeleri IV (Çimento Hammaddeleri) Çalışma Grubu Raporu, s 27.
- DPT, 2007, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Devlet Planlama Teşkilatı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.

- Ekim, R., 2011, Yeraltı Kömür Gazlaştırma Prosesinin Türk Kömür Yataklarına Uygulanabilirliği Ve Maliyet Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- Eren, Ü., 2008, Asfaltitin Asfalt Betonunda Mineral Filler Olarak Kullanılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 79 s.
- Ergin, Z., Cöcen, İ., Semerkant, O., 1998. Cevher Zenginleştirme Laboratuvar Ders Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.
- Gündoğdu, C., 2009. Asfaltit Asfaltının Özelliklerinin Belirlenmesine Geleneksel Rafineriasfaltı İle Karşılaştırılması, “Yüksek Lisans Tezi”. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Hamamcı, C., Kahraman, F., Düz, M.Z., 1997, Desulfurization of southeastern Anatolian asphaltites by the Meyers method, *Fuel Processing Technology*, 50, 171 – 177.
- Hiçyılmaz, C. ve Altun, N.E., 2006. Demineralization Of Şırnak Asphaltites By Flotation, *Oil Shale*, 23, 2, 144 - 159.
- İlhan, Y. ve Aytekin, M., 2010. Asfaltitin Sıvılaştırılması Sonucu Elde Edilen Ham Petrolün Değerlendirilmesi Ve Diğer Ham Petrol Örnekleriyle Karşılaştırılması. Ciner Grubu Enerji ve Madencilik Bölümü, Çevre Departmanı.
- İpekoğlu, Ü. ve Tanrıverdi, M., 2002. Cevher Hazırlama. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınlar, 238, İzmir.
- Kara-Gülbay, E., ve Korkmaz, S., 2013. Organic geochemistry of the asphaltite occurrences in the Gümüşhacıköy (Amasya) Area, Northern Turkey. *Fuel*, 107, 74–83.
- Kavak, O., 2011. Organic geochemical comparison of asphaltites of Şırnak area with the oils of the Raman and Dinçer fields in Southeastern Turkey. *Fuel*, 90, 1575–1583.
- Kaya, E., 2009, Kömür ve Gazlaştırma Ürünlerinin Kimyasal Denge Kuramıyla İncelenmesi’ Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kök, B., V., Yılmaz, M., Kuloğlu, N., 2011. Asfaltit ve SBS Modifiyeli Bitümlü Sıcak Karışımların Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Politeknik Dergisi*, 14, 3, 193-197.
- Nakaten, N., Islam, R., Kempka, T., 2014. Underground coal gasification with extended CO2 utilization - an economic and carbon neutral approach to tackle energy and fertilizer supply shortages in Bangladesh. *Energy Procedia*, 63, 8036 – 8043.
- Ordu, Ş. ve Öztürk, E., 2017. Çimento Fabrikalarında Alternatif Hammadde ve Yakıt Kullanımı: Örnek Çalışma, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, sayı 2, 6s.
- Özbayoğlu, G., Kemal, M., 2014, Kömür Zenginleştirme Yöntemleri - Cevher Hazırlama El Kitabı, Edt: Önal, G., Ateşok, G., Perek. K.T., Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı Yayınları, İSTANBUL.
- Pişkin S., 1991, Kömür Gazlaştırma”, Kömür (Editör: KURAL Orhan), İTÜ Maden Fak. Maden Müh. Böl.
- Saltoğlu, T., Akyüz, T., Alparslan E., 1977, Asfaltit ve Asfaltit Küllerinde Molibden, Nikel, Vanadyum ve Titan Elementlerinin X Işımları Floresans Spektroskopisi ile Tayinleri, *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.*
- Saydut, A., 2005. Güneydoğu Anadolu Asfaltit ve Kömürlerinin Pirolyzisi ile Sıvı Yakıt Eldesi ve Karakterizasyonu. “Doktora Tezi”. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Sezer, M.K., 2007. Şırnak-Silopi Asfaltiti İle Polietilenin Eşpirolizi Ve Pirolyz Ürünlerinin Değerlendirilmesi. “Doktora Tezi”. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara
- Schneider, M., Romer, M., Tschudin, M., Bolio, H., 2011. Sustainable cement production—pre-sent and future, *Cement and Concrete Research*, sayı 41, pp 642– 650.

- Şengüler, İ., 2007, *Asfaltit Ve Bitümlü Seylin* Türkiye'deki Potansiyeli Ve Enerji Değeri, TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Küresel Enerji Politikaları Ve Türkiye Gerçeği, S.186-195, Ankara, Türkiye.
- Tsyntsarski, B., Marinov, S., Budinova, T., Yardim, M.F., Petrov, N., 2013. Synthesis and characterization of activated carbon from natural asphaltites. *Fuel Processing Technology*, 116, 346–349.
- Tunç, İrem, 2015, Yarı Pilot Ölçek Yer Altı Kömür Gazlaştırma Deney Düzeneginde Malkara Pirinççeşme Kömür Sahasına Ait Blok Kömür Örneklerinin Gazlaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- Yinesor, G., 2008, Design and Operation of a Bench Scale Fixed Bed Gasification System' Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, A., Hoşhan, P., 2012, Türkiye'nin Hidrokarbon Kökenli Alternatif Enerji Kaynakları, Türkiye 12. Enerji Kongresi, 14-16 Kasım, Ankara
- URL-1, http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgimerkezi/maden_potansiyel_2010/Sirnak_Madenler.pdf, 2017
- URL-2, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/74bfc5f6b72706f_ek.pdf, 2017
- URL-3, <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/376673>, 2017.
- URL-4, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/9a49b3e37626328_ek.pdf, 2017.
- URL-5, <http://www.slideshare.net/HikmetUnal/hikmet-nal-141303017/5> , 2016
- URL-6, http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369, 2018
- URL-7, <http://komurder.org.tr/files/uluslararası-rapor.pdf>, 2018.
- URL-8, <http://www.karadenizholding.com/tr/Web/Page/16>, 2018.
- URL-9, <http://www.karadenizenergy.com/tr/Web/Page/16>, 2018.
- URL-10, <http://www.cinergroup.com.tr/enerji-madencilik/silopi-elektrik-uretim>, 2018

ŞIRNAK İLİ MADEN POTANSİYELİNİN MADEN İŞLETME AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLEBİLİRLİĞİ

Orkun Kantarcı¹
İlhan Ehsani²

ÖZ

Bu çalışmada, Şırnak ilinin madencilik açısından sorun ve potansiyeli değerlendirilmiş ve günümüzde büyük önem arz eden enerji hammaddeleri konusunda Şırnak ili yeraltı kaynakları ile zengin potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Maden tetkik arama (MTA) verilerine göre asfaltit başta olmak üzere çimento hammaddeleri ve fosfat kaynakları da bölgede mevcuttur. Ayrıca, çalışmada Şırnak ilinde icra edilen madencilik faaliyetleri detaylarıyla tartışılmış ve madencilik ile ilgili sorunlara yönelik çözüm önerileri ele alınmıştır. İlde ki tekniğe uygun ve uygun olmayan maden ocakları irdelenmiş, yanlış ve doğrular karşılaştırmalı sunulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda madencilik kültürünün iyileştirilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur. Kalifiye eleman eksikliğini gidermek için Şırnak Üniversitesinin potansiyelinin değerlendirilmesi gerekliliği ve bölgedeki madencilik ihtiyacı olan analizler içinde yine üniversitenin laboratuvarının etkinleştirme zorunluluğu gündeme getirilmiştir. Bunun için kurumlar, özel müteşebbisler ve üniversite birlikte koordinasyon içinde çalışması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Şırnak, Madencilik, Üretim Yöntemleri, Asfaltit, Çimento Hammaddeleri.

Assessability of Sirnak Province Mine Potential in Terms of Mine Operation

ABSTRACT

In this study where the problem and potential of Sirnak province are discussed from the point of view of mining, Sirnak province has rich potential with its underground resources about energy raw materials which are of great importance nowadays. According to Mineral research and exploration institution of Turkey (MTA) data, cement raw materials, phosphate and specially asphaltite

1 T.C. Şırnak Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü 73100 Şırnak / TÜRKİYE orkunkantarci@gmail.com

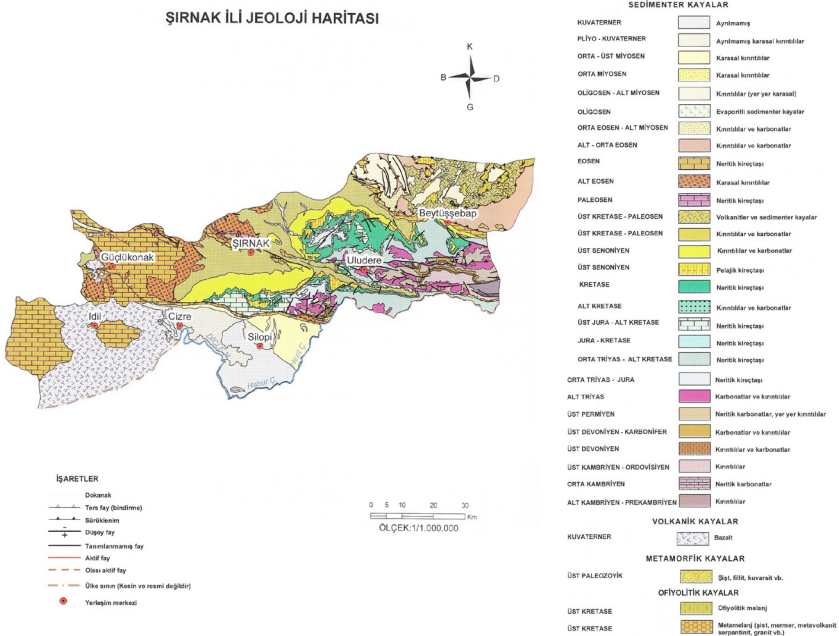
2 T.C. Şırnak Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü 73100 Şırnak / TÜRKİYE ilhanehsani@hotmail.com

are available in the region of Şırnak. In addition, the mining activities in Şırnak province were discussed in detail and some solution was offered for the problems of mining applications. Technically feasible and unfeasible mine pits were investigated, the rights and wrongs also were presented comparatively. As a result of this study, the necessity of improving culture of mining was emphasized. In order to eliminate the lack of qualified personnel, the necessity of evaluating the potential of the Şırnak university, also for answering the analyzes required by mining in the region, the necessity of activation of the laboratory of the university was brought to the agenda. This requires institutions, private entrepreneurs and universities to work together in coordination.

Keywords: Şırnak, Mining, Production Methods, Asphaltite, Cement Raw Materials.

1. GİRİŞ

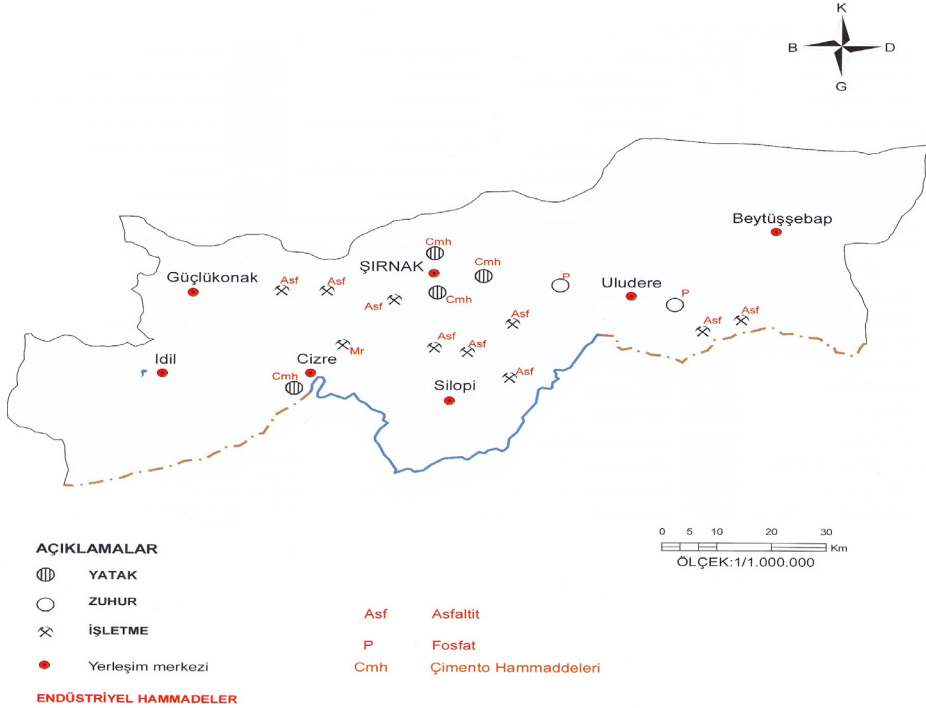
Günümüz Türkiye'si için büyük önem arz eden yeraltı kaynakları Şırnak ili özelinde çok daha büyük önem arz etmektedir. Yeraltı kaynakları açısından çok zengin olmasına rağmen bunların işletilmesi açısından da oldukça geri kalmıştır. Bölgede bulunan asfaltit yatakları başta olmak üzere fosfat ve çimento hammaddeleri açısından da sondaj çalışmaları ümit vaat etmektedir. Bu konuda şehrin sınırları içinde kalan bölgenin jeolojik ve maden haritası incelendiğinde bu durum daha net gözükmemektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Şırnak ili jeolojik haritası (MTA, 2015)

Maden haritası incelendiğinde; Şırnak ekonomisi için madencilikğin ne derece önemli olduğu görülmektedir. Bu nedenle gerek Şırnak ve gerek diğer illerde sanayi için hammadde kaynağının temel tedarikçisi olan madencilik sektörü olmazsa olmaz bir sektördür. Madencilikğin doğası gereği cevherin bulunduğu yerde üretilme zorunluluğu Şırnak açısından istihdamın artması sağlayacağından ekonomik kalkınma için gereklidir (Şekil 2).

ŞIRNAK İLİ MADEN YATAKLARI HARİTASI



Şekil 2. Şırnak ili maden yatakları haritası (MTA, 2015)

1.1. Şırnak İli Maden Potansiyeli

Şırnak ilinde MTA verilerine göre başta asfaltit olmak üzere linyit, demir, kireçtaşı/kalker, bazalt ve konglomera olmak üzere birçok maden yatağı bulunmaktadır. İlin en yüksek maden rezervi asfaltit olup, MTA ve MİGEM verilerine göre toplan 127 milyon ton rezerve sahip 18 işletme ruhsatlı asfaltit maden sahası bulunmakta olup 2016 yılı üretimi yaklaşık 1,5 milyon tondur (Tablo 1).

Tablo 1. Maden cinsine göre üretim miktarları (MTA, 2018)

Maden Cinsi	İşletme Ruhsat Sayısı	2015 Yılı Üretimi (ton)	2016 Yılı Üretim (ton)
Asfaltit	18	837.112	1.566.277
Linyit	3	23.163	12.167
Demir	1	-	-
Kireçtaşı/Kalker	12	213.586	173.129
Bazalt	1	8.000	-
Konglomera	1	31.000	25.000

1.1.1. Asfaltit

Asfaltit, köken olarak petrolden oluşan ve doğal asfalt benzeri bir maddedir. Hidrostatik basınç, gaz basıncı, gravitasyon ve sıcaklık gibi sebebler vasıtasıyla hareket eden petrolün yerleşimi ile oluşur. Kırık ve çatlakları aracılığıyla sıvı veya yarı sıvı asfalt yüzeye kadar çıkabilir. Şırnak bölgesinde fay ve çatlak dolgusu şeklinde asfaltit bulunmaktadır (Şengüler, 2007)

12 sahada rezerv tespit edilmiştir. Rezervler arasında en yüksek miktar Silopi Harbul filonunda bulunmaktadır. Toplamda bakıldığında yaklaşık 82 milyon ton rezerv bulunmakla beraber bunun %61.65'i Silopi'de bulunmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Filonlara göre rezerv miktarı (MTA, 2015)

Saha Adı	Rezerv (1000 ton)			
	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Silopi Harbul	17.914	7.851	-	25.765
Silopi Silip	3.071	1.335	-	4.406
Silopi Üçkardeşler	9.472	10.881	-	20.352
Avgamasya	7.481	673	-	8.154
Milli	2.000	2900	1.600	6.500
Karatepe	500	2.000	2.500	5.000
Seridahli	3.534	1.254	1.279	6.067
Nivekara	300	1.000	700	2.000
İspindoruk	100	500	500	1.100
Segürük	550	450	-	1.000
Rutkekurat	-	-	1000	1.000
Uludere Ortasu	551	53	-	604
TOPLAM	45.473	28.897	7.579	81.949

MTA Genel Müdürlüğünde gerçekleştirilmiş çalışmalarda küllerinden nadir minerallerin (V, Ni, Mo, U₃O₈, Ti) eldesine yönelik olumlu sonuçlar alınmıştır. Aynı şekilde yapılan çalışmalar neticesinde asfaltitlerden sentetik petrol ile yan

ürün olarak amonyak ve H_2S de elde edilmiştir. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ısınma amaçlı olarak kullanılan asfaltitler Şırnak ve Silopi bölgesinde bulunmaktadır. (Şengüler, 2007)

1.1.2. Çimento hammaddeleri

Farklı birçok çimento türü üretilmektedir. Bunların %90'ını normal Portland çimentosudur. Türkiye'deki çimento standartlarında 5 farklı tipte Portland çimentosu vardır. Bu çimento çeşidi her çeşit beton ve harç yapımı için uygundur. Bu çimentoların sınıflandırılmasında 28 günlük mukavemet değerleri dikkate alınır. Çimentonun kimyasal bileşimi SO_3 ve MgO dışında serbest bırakılmıştır. Çimento hammaddelerinin başlıcaları kireçtaşı, marn, kil, kıltaşı, şeyl ve killi şisttir. Ayrıca karışımı ayarlamak için demir cevheri, pirit külü, silisli kum, kumtaşı, boksit, diyasporit, alüvyon kili gibi maddeler kullanılır. Bunlara ilaveten üretim sürecinde kireçtaşı öğütme işleminde pozolanik maddeler, tras, yüksek fırın cürufu ve uçucu killer de katılmaktadır. Dört adet çimento hammadde grubu bulunmaktadır (Kapkaç, 2013).

I. Grup: Karbonatlı hammaddeler; marnlı kalker, marn, kalker (kireçtaşı), tebeşir ve mermer

II. Grup: Killi hammaddeler, kil ve kıltaşı, şeyl, curüf, uçucu küller, killi şist, alüminyum cevheri atıkları ve kaolin

III. Grup: Silisli hammaddeler, kum, kalsiyum silikatlar, kuvarsit, diyatomit, pozolanik topraklar

IV. Grup: Demirli hammaddeler, demir cevheri (genellikle hematit), pirit külü ve demir oksit

Deprem gerçeğinin hayatımızın bir parçası olduğu ülkemizde çimento üretimi ve kalite büyük önem arz etmektedir. Türkiye Çimento Sektörü 2017 de üretim olarak dünyada 5. olmuştur. 2017 yılı dünya çimento üretimi yaklaşık 4,1 milyar tondur, en yüksek üretime sahip ülkeler ise sırasıyla Çin, Hindistan, ABD, Vietnam, Türkiye, Endonezya, Arabistan, , Güney Kore, Mısır, Rusya, İran ve Brezilyadır (URL-1).



Şekil 3. Türkiye’de bulunan öğütme tesisleri ve entegre fabrikalar (URL-2)

Türkiye’deki çimento üretimi açısından öğütme tesisleri ve entegre fabrikalar olmak üzere 72 tesis bulunmaktadır. Bunların illere göre dağılımı Şekil 3’de verilmiştir.

Şırnak ilinde bilinen çimento hammaddeleri rezervleri ise Cizre-Cudiyet Mahallesi ve Merkez-Toptepe Köyü mevkilerinde kil rezervleri ile Merkez-Çakırsöğüt Köyü ve Merkez-Balveren beldesi mevkilerinde kireçtaşı rezervleridir (Tablo 3).

Tablo 3. Şırnak ili çimento hammaddeleri (MTA, 2015)

Hammadde	Bulunduğu Yer	Rezerv (m ³)
Kil	Cizre-Cudiyet Mah.	33.750.000 - 78.750.000
	Merkez-Toptepe Köyü	29.063.500 - 67.811.500
Kireçtaşı	Merkez-Çakırsöğüt Köyü	79.734.000 – 186.012.000
	Merkez-Balveren Beldesi	33.750.000

1.1.3. Fosfat

Fosfatlar, yeterli saflık ve miktarda fosfatlı mineraller içeren kayalardır. Sınıflama içindeki P₂O₅ yüzdesinin değerine göre yapılır. Bu değer %4-%42 arasında değişmektedir. Ancak %20 ve üzerinde P₂O₅ içeren kayalara fosfat kayaları denilmektedir. Dünyadaki fosfat yatakları; denizel sedimanter fosfat yatakları, ikincil fosfat yatakları, magmatik fosfat yatakları ve guano tipi fosfat

yatakları şeklinde sınıflandırılmaktadırlar. Fosfat kayaçlarının %80'i denizel sedimanter, %20'si magmatik oluşumlardır (DPT, 2001; URL-3).

Dünya toplam fosfat rezervi yaklaşık 70 milyar ton civarındadır. En büyük fosfat kayası rezervlerine sahip olan ülkeler ise sırasıyla Fas, Çin, Cezayir, Suriye, Brezilya, Güney Afrika, Arabistan, Ürdün, Mısır, Avusturalya ve ABD ülkeleridir. 2016 yılında dünya genelinde fosfat üretimi yaklaşık 255 milyon tondur ve en çok fosfat üreten ülkelerin başında ise Çin, Fas, ABD ve Rusya gelmektedir (USGS, 2018; Jasinski, 2016).

Birçok kullanım alanına sahiptir. Kullanım alanlarına bakıldığında; en çok % 85-90'lık oranla gübre sanayi ve gübre sanayinde kullanımına yönelik olarak fosforik asit üretimi gelmektedir. Diğer kullanım alanları ise gıda, yem, deterjan, kâğıt, alaşım, su arıtımı, kibrit, kimya ve savunma sanayisidir. Günümüzde, tarım ürünlerine olan talep oldukça artmaktadır. Bu nedenle özellikle fosfatlı gübreler modern tarım uygulamalarında kimyasal gübreler olarak oldukça önemlidir (DPT, 2001).

Geçmişten bugüne; Maden Yardım Komisyonu, MTA ve Etibank tarafından yürütülen çalışmalar neticesinde birçok fosfat yatağı bulunmuştur. Bölgede Mardin-Mazıdağı, Gaziantep-Kilis, Urfa, Hatay-Yayladağı, Adana-Feke, Adıyaman ve Şırnak-Uludere bölgelerinde fosfat kayaçlarının var olduğu ortaya koyulmuştur. Ülkemizin en büyük ekonomik potansiyele sahip fosfat yatağı Mardin-Mazıdağı bölgesinde yer almakta olup yüksek tenörlüdür.

Mazıdağı fosfat yataklarını değerlendirmek için 125.000 ton/yıl kapasiteli pilot Karataş Tesisi, 1977-1985 yılları arasında üretime başlamıştır. Mevcut fosfat yataklarından ticari nitelikte fosfat konsantresi üretilebileceğinin anlaşılması üzerine 750.000 ton/yıl kapasite ve % 30.5 P₂O₅ tenörlü büyük proje yatırımı gerçekleştirilmiştir. Fakat kuruluşundan itibaren planlanan kapasitenin altında konsantre üretimi gerçekleştirildiğinden, 1994 yılından itibaren üretim durdurulmuştur. (Amber vd., 2010).

MTA (2015) verilerine göre; ülkemizde gübre üretimi için 98,7 milyon dolar değerinde yaklaşık 892 bin ton fosfat ithal etmiştir (URL-4). Bu nedenden dolayı dışa bağımlılığı en aza indirmek için yerli fosfat kaynaklarımızın ekonomiye kazandırılması önem arz etmektedir. Tablo 4'den görüleceği üzere; Şırnak Uludere fosfat rezervi ise düşük tenörlü (% 1.34-1.5 P₂O₅) ve küçük rezervli olduğundan ekonomik değerlendirmesi mümkün değildir.

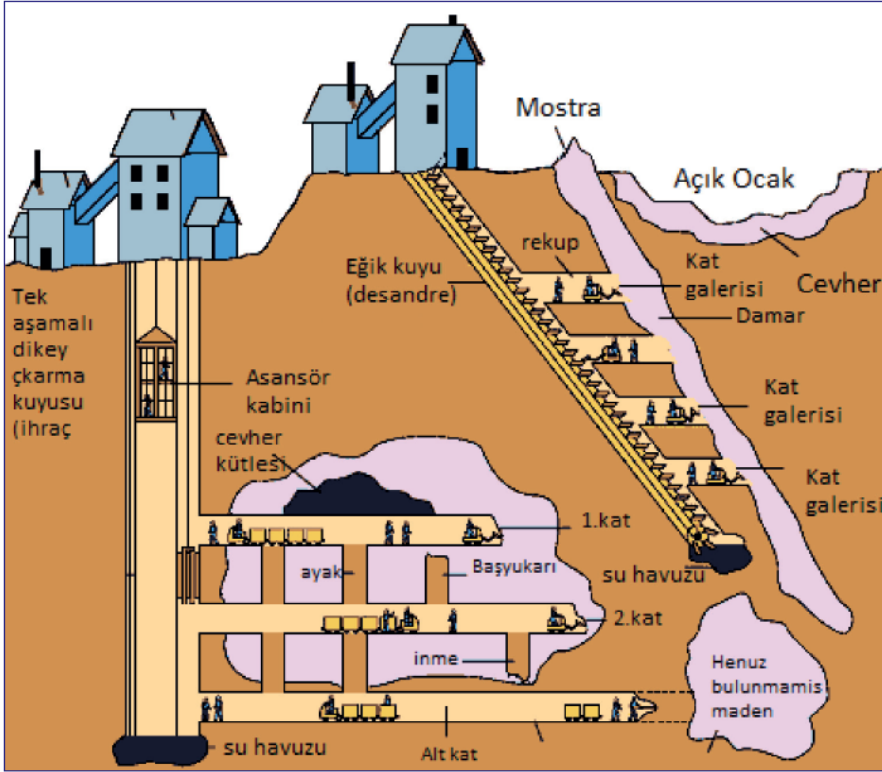
Tablo 4. Şırnak ili fosfat yatakları tenörü (MTA, 2015)

Bulduğu yer	Tenör (% P ₂ O ₅)
Uludere - Ortabağ- Gerür Zuhuru*	1,34
Uludere - Ortabağ- Şileyurt-Şenoba Zuhuru*	1,50

* Düşük rezervli

2. MADENCİLİK FAALİYETLERİ

Madencilik faaliyetleri (Şekil 4), temel olarak 2 ana başlık altında yapılmakta bunlardan biri açık işletme (Şekil 5) diğeri yeraltı işletmeciliğidir (Şekil 6).



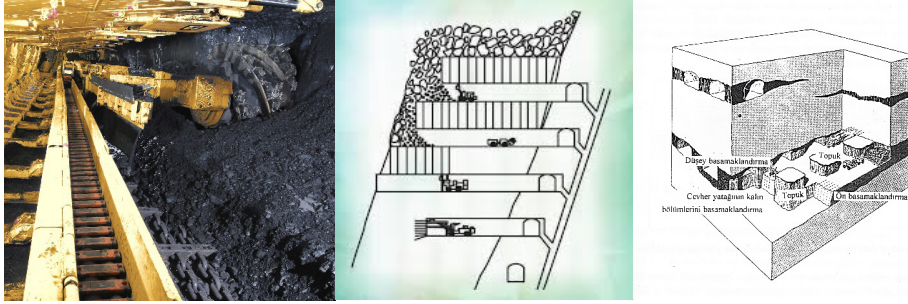
Şekil 4. Açık ocak ile Yeraltı Maden Ocağı ve Bölümleri (Olgun v.d., 2015)

En yaygın olarak kullanılan yeraltı işletme yöntemleri şu şekilde sıralanabilir;

- Uzun kazı arınlı üretim yöntemi (uzun ayak, diyagonal ayak) (Şekil 6a),
- Dar kazı arınlı üretim yöntemi (tavan ayak, taban ayak),
- Topuklu üretim yöntemi (göçertmeli topuklu, dolgulu topuklu, çapraz topuklu, travers ayak, ara katlı topuklu ayak, ara katlı göçertme) (Şekil 6b),
- Oda üretim yöntemi (oda-topuk yöntemi, tali katlı göçertme) (Şekil 6c),
- Blok yöntemleridir (Ergun, 2007).



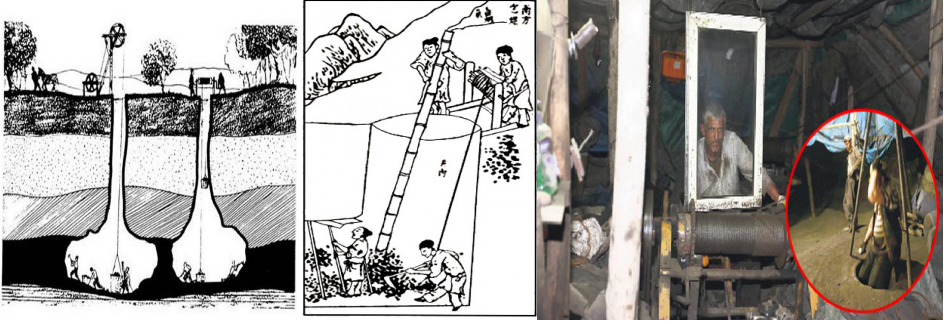
Şekil 5. Açık Ocak Kömür İşletmesi Örneği (URL-5)



Şekil 6. Yeraltı Üretim Yöntemleri a) Mekanize Uzunayak yöntemi (URL-6) b) Arakatlı göçertme yöntemi (Şimşir, 2015) c) Oda-Topuk yöntemi (Köse ve Tatar, 2003) ile işletilen yeraltı kömür işletmesi örneği

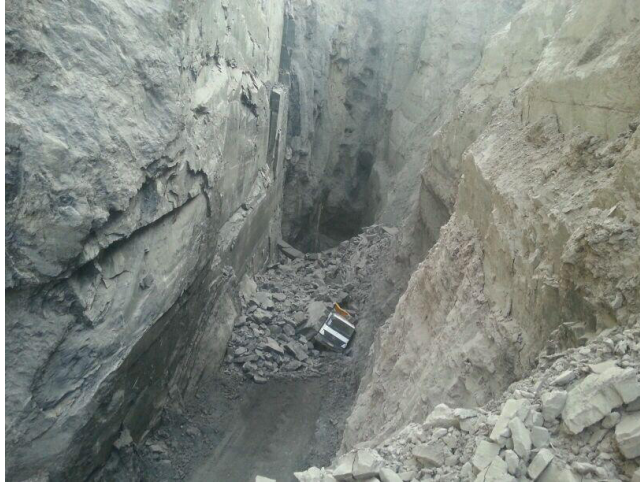
Bölgedeki maden sahalarının büyük bir kısmında mühendislik tekniğine uygun bir çalışma yapılmamaktadır. Dolayısıyla teknikten uzaklaşılması iş güvenliği tehlikelerine yol açmaktadır ve sahanın geleceğini de doğrudan etkilemektedir. Çünkü madencilik uzun vadeli bir yatırımdır. Üniversiteden katılan akademisyenlerinde belirttiği üzere madencilik yatırımının geri dönüşünü kısa vadede beklemek anlamsızdır. Güvenli, tekniğe uygun ve çevreci madencilik uzun süreli bir hazırlık süreci sonrasında olabilmektedir. Kısa sürede ne alırsam kârdır anlayışı uzun vadede geri dönüşü imkânsız sonuçlara ve maliyetlere sebep olmaktadır. Toplantıda “ kaptı kaçtı madenciliği” şeklinde nitelenen bu üretim şekli bölgede maalesef yaygın olarak uygulanmaktadır.

Bunlarla beraber bölgede kaçak işletmecilik yapan birçok yer bulunmaktadır ki bunlar ölümlü kazaya açık, izinsiz ve belgesiz yapılan çalışmalar olarak nitelendirilmektedirler. Buralarda yapılan sözde madencilik eski çağlarda yapılan günümüzde terk edilmiş ilkel madenciliktir. 14. yy’da uygulanan “çan çukuru” denilen bu yöntemde can güvenliği ve üretim veriminden söz etmek mümkün değildir (Şekil 7a,b,c).



Şekil 7. a) Çan çukuru madenciliği örnek uygulaması (URL-7) b) 16.yy Çinli kömür madencileri (URL-8) c) Şırnak'ta ilkel madencilik (URL- 9)

Şırnak ilinde bulunan ocaklarda uygulanan yöntemlerin genel olarak iki sınıfa da dâhil edilemediği bununda sürdürülebilir madenciliği olumsuz etkilediği dile getirilmiştir. Örnek bir açık işletme de net bir biçimde belirgin olan basamaklar ve duraylılık açısından mevzuata uygun olan basamak yükseklikleri bulunur. Maalesef aşağıda verilen Şırnak'ta çekilmiş bir açık ocak işletmeciliğindeki basamaklar daha çok kanyonu andırmaktadır. Masada dile getirilen sorunlardan biri olan yarma şeklinde maden üretmeye çalışmak sonucu oluşan kanyonlar kısa ve uzun vadede çeşitli riskleri barındırmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Şırnak'ta yapılan yanlış açık ocak uygulaması ile üretim sonucu oluşan kaza (URL-10)

Bölgede yukarıda verilen kötü örneklerin yanı sıra tekniğe uygun madencilik faaliyetleri de mevcuttur. Ekim (2017)'de yapılan Şırnak 2023 Vizyon Çalıştayı'nın bir sonucu olarak ilgili kurumlar gereken çalışmaları yapmış ve bu şekilde kaçak çalışan ocakların birçoğunun kapatıldığı belirtilmiştir (Bilgin ve Kantarcı, 2017).

3. YÖNTEM

Özel sektör temsilcileri, sivil toplum kuruluşları, kamu kuruluşları ve üniversitelerden temsilcilerin bulunduğu bir masada grup odaklı bir çalışma yürütülmüştür. Çalıştayın bu oturumunda Şırnak ili ve genelinde var olan potansiyelin değerlendirilebilirliği hususunda maden işletme açısından sorunlar ve çözüm önerileri katılımcılarla istişare edilerek ortaya konulması sağlanmıştır. Bu kapsamda 4 farklı üniversiteden akademisyenler, 5 farklı özel sektör temsilcisi, ilgili alanda hizmet veren uzmanlar ve ilgili kamu kuruluşlarının personelleri ile oda temsilcileri katılım sağlamıştır. Çalışmada izlenen yol öncelikle sanayi temsilcilerinin sorunlarını belirtmeleri ardından akademisyenlerin bu sorunlara çözüm önerileri ve kurumların kendi çalışmaları ile bölge sorunlarına bakış açıları anlatmaları şeklinde olmuştur.

4. BULGULAR VE SONUÇLAR

Bu çalışma sonucunda, karşılaşılan sorunların büyük bir bölümü bölgede madencilik kültürünün oluşmaması ve mühendislik tekniğinden uzaklaşıldığı gerçeğinden kaynaklanmaktadır.

Bölgede yapılmış olan MTA ve TKİ sondajlarının sınırlı olması ve özel sektör sondajlarıyla birleştirilme gerekliliği net bir biçimde ortaya çıkmıştır. Bölgede planlamanın birinci adımı olan sondaj verileri hayati önem taşımaktadır. Bu veriler ışığında ocakların tekniğe uygun bir şekilde tekrar planlanması şu anki tehlikeli durumların bertaraf edilmesi gerekmektedir. Var olan tehlikeler yarma şeklinde yapılmış yanlış madencilik uygulamaları sonucu ortaya çıkan şev kayması değildir. Aynı zamanda bölgede yapılan çukur madenciliği sonucu yeraltında su depoları oluşmakta bunlarda ilerde o bölgede yapılacak madencilik uygulamaları açısından büyük tehlike yaratmaktadır. Beklenmeyen su patlamaları sonucu yeraltında göçük veya yerüstünde şev kaymasına neden olabilmektedir.

Aşağıdaki Tablo 5'te çalıştay masasında dile getirilen sorun ve çözüm önerileri yer almaktadır.

Tablo 5. Şırnak ili madencilik sorunları ve çözüm önerileri

Sorunlar	Çözüm Önerileri
-Teşvik eksikliği -Taşımacılık maliyetlerinin yüksek olması	-Kömür ve linyitte olduğu gibi asfaltit'in de destek alabilmesi için kamu kurumlar ile görüşülmeli, bu doğrultuda teşvik kapsamı geliştirilmeli. -Madencilik faaliyetleri için, yakıta ÖTV ve KDV indirimli satış getirilebilir
-Maden alanlarına giden yolların geçtiği ve komşu arsaların sahipleri ile karşılaşılan problemler	-Bölge halkı yeraltı kaynaklarının devlete dolayısıyla herkese ait olduğu konusunda bilgilendirilmeli, -İlgili arsa sahiplerinin herhangi bir zarar görmemesi için maden sahipleri yöntemler konusunda bilgilendirilmeli -Bölgede madencilik kültürü oluşturulmalı,

-Kalifiye eleman eksikliği	-Maden Mühendisliği bölümü ve maden teknolojileri yüksekokulu aktif hale getirilmeli ve bölgenin kalifiye eleman ihtiyacı karşılanmalı, -Bölgede madencilik kültürü oluşturulmalı, -Madencilik ile ilgili mesleki eğitimler verilmeli -Deneyimli personeller vardiyalarda dengeli dağıtılmalı ve tecrübesiz personele yol göstermeli, -Çalışan personele teknik ve mesleki açıdan düzenli eğitimler verilmeli, bu konuda üniversitenin maden mühendisliği bölümünden destek alınabilir.
----------------------------	---

Tablo 5. Şırnak ili madencilik sorunları ve çözüm önerileri (Devam)

Sorunlar	Çözüm Önerileri
-Madencilik ekipmanları, teçhizat ve malzeme teminindeki zorluklar	-Bölgede madencilik kültürü oluşturulmalı ve bununla birlikte kurumsallaşma sağlanmalı -Bölgede madencilik sektörünün sarf malzemesini karşılayacak atölyeler oluşturulmalı
-Bölgede yeterli miktarda sondaj yapılmamış olmaması, -Analiz laboratuvarların bölgeye uzak olması	-Geçmiş sondajlar göz önüne alınarak yeni sondajlar yapılmalı -Kamu ve Özel sektör tarafından yapılan sondaj verilerinin tamamı toplanmalı -Elde edilen numuneler detaylı analize tabi tutulmalı -Üniversitenin maden mühendisliği laboratuvarları geliştirilmeli
-Maden Mühendisliğine bakış açısı	-Madencilik kültürü oluşturulmalı ve bu kültürün olmazsa olmazı Maden Mühendisliğinin önemi konusunda firmalar bilgilendirilmeli -Üniversitenin maden mühendisliği bölümü aktif olarak kullanılmalı
-İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili problemler	- Bölgede madencilik kültürü oluşturulmalı -İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları yaşam tarzı haline getirilmeli - Eğitimler için üniversiteden destek alınabilir.
-Asfaltitin yapısı ile ilgili sorunlar	-Gaz içeriğinin yüksek olması nedeniyle bunun için gerekli ölçümler düzenli yapılmalı, -Asfaltitin hangi oranda, ne tür gaz ve türevleri ihtiva ettiği araştırılmalı, -Numuneler alınmalı ve Üniversitenin maden mühendisliği laboratuvarları aktif olarak kullanılmalı
-Kaçak işletmeler, tekniğe uygun olmayan üretim çalışmaları ve bunların gelecekte yaratacağı tehlikeler	-Yetkili kurumlar tarafından düzenli denetim yapılmalı -Bu ocakların içinde birikecek su nedeniyle ileride karşılaşılabilecek su baskını, göçük gibi problemlere karşı bu işletmeler haritalandırılmalı -Tekniğe uygun olmayan işletmeler detaylı incelenmeli ve projeler konusunda üniversiteden destek alınmalı

Şırnak ili gelir kaynakları açısından irdelendiğinde madencilik, sınır ticareti, küçük esnaflık ve kısmen de olsa hayvancılık dile getirilmektedir. Kaynaklardan sadece madencilik bir sektör olarak uzun vadeli ve kalıcı olarak Şırnak'ta bulunmaktadır. Madencilik yapısı gereği cevherin olduğu yerde

gelişmek zorundadır. Bu açıdan yeraltı zenginlikleri yönünden özellikle enerji hammaddeleri açısından zengin olan Şırnak ilinin geleceği madenciliktedir.

İlimizde madenciliğin gelişimi için gereken çalışmalar bir an önce yapılmalı ve mühendislik tekniğine uygun madencilik icra edilmelidir. Bunun için kurumlar, özel müteşebbisler ve üniversite birlikte koordinasyon içinde çalışması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Amber, K., Demir, A. ve Paça, M.E., 2010. Mazıdağı fosfat tesisleri'nin yeniden ekonomiye kazandırılmasına yönelik alternatif yatırım imkanları ve işletme modelleri, DİKA, 51s.
- Bilgin, Ö. ve Kantarcı, S., 2017. Bölüm: Şırnak'ta Madencilik, Şırnak 2023 Vizyon Çalıştayı Kitabı, Şırnak Üniversitesi yayınları, Şırnak, 154-178.
- DPT, 2001. Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu endüstriyel hammaddeler alt komisyonu kimya sanayii hammaddeleri, fosfat-kükürt-alunit çalışma grubu raporu, 119s.
- Ergun, A.R., 2007. Yeraltı Maden İşletmelerinde Gaz Ve Toz Patlamaları Ve Önlemler. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Jasinski, S. M., 2016. 2015 Minerals Yearbook , USGS, November.
- Kapkaç, F., 2013. Çimento Çeşitleri, Özellikleri, Hammaddeleri ve Üretim Aşamaları, MTA Doğal Kaynaklar ve Ekon. Bülteni, 223.
- Köse, H. ve Tatar, Ç., 2003. Madenlerde Yeraltı Üretim Yöntemleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:014, İzmir.
- MTA, 2015. Türkiye Yeraltı Kaynakları İllere Göre, Ankara, 602 syf.
- MTA, 2018. Türkiye'nin Maden Potansiyeli, Ekonomideki Yeri Ve Şırnak İlindeki Durum, Sunum, Uluslararası Enerji ve Maden Çalıştayı, Şırnak.
- Olgun, B., Gültek, S., Bulgurcu, H., 2015. Yeraltı Maden Ocaklarında Havalandırma Kriterleri. Teskon 2015 Bildiriler Kitabı, s. 357-370.
- Şengüler, İ., 2007. Asfaltit ve Bitümlü Şeylintürkiye'deki Potansiyeli ve Enerji Değeri, TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu, 186-195, 22-24 Ekim, Ankara.
- Şimşir, F., 2015. Yeraltı Madencilik Yöntemleri, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:337, İzmir.
- USGS, 2018; Mineral Commodity Summaries “Phosphate rock”, 122-123.
- URL-1, 2018. <https://www.statista.com/statistics/267364/world-cement-production-by-country/>
- URL-2, 2018. <http://www.tcma.org.tr/index.php?page=icerikgoster&cntID=204>
- URL-3, 2018. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/fosfat>
- URL-4, 2018. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/2015-fosfat-ithalati>
- URL-5, 2018. <http://www.ey.com/ca/en/industries/mining---metals/canadian-mining-eye-q1-2017#.Wumqg0OsaUk>
- URL-6, 2018. <https://tr.pinterest.com/pin/863706034757031117/>
- URL-7, 2018. (<http://northeasthistorytour.blogspot.com.tr/2013/09/bell-pits-of-street-gate-nz210592.html>)
- URL-8, 2018. <https://www.irocks.com/china-crystalline-treasures-e-book-mining-history>
- URL-9, 2018. <http://www.milliyet.com.tr/iste-cudi-nin-olum-kuyulari--gundem-1907921/>
- URL-10, 2018. <http://www.ensonhaber.com/sirnakta-komur-ocaginda-gocuk-2013-09-02.html>

MADENLERDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Emre Argadal¹
Orkun Kantarcı²

ÖZ

Günümüzde iş sağlığı ve güvenliği oldukça önemli olup, madencilik açısından doğası gereği barındırdığı risklerden dolayı daha fazla önemlidir. Bu çalışmada madencilik sektörü iş kazası istatistikleri, madencilikte risk faktörleri ve ilgili mevzuat gereği alınması gereken önlemler verilmiştir. SGK (2016) istatistiklerine göre iş kazaları oranları açısından üç temel sektör (Madencilik, Metal/Makine, İnşaat) öne çıkmaktadır. İş kazası istatistiklerine göre bu üç sektör arasında madencilik sektörü 3. Sırada (Metal/Makine > İnşaat > Madencilik), ölümlü iş kazası istatistiklerine göre 2. Sırada (İnşaat > Madencilik > Metal/Makine) ve meslek hastalıkları istatistiklerine göre ise 1. Sırada (Madencilik > Metal/Makine > İnşaat) yer almaktadır. Madencilikte riskler genel olarak yapım süreçlerine ve çalışanların kendileri ile ilgilidir. Madencilik faaliyetleri sırasında oluşabilecek kazalar mühendislik çalışmaları ve eğitimler ile en aza indirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Madencilik, İş Sağlığı ve Güvenliği, SGK istatistikleri.

Occupational Health and Safety in Mines

ABSTRACT

Today, occupational health and safety is very important and is more important in terms of mining due to risks inherent in nature. In this study, mining sector work accident statistics, risk factors in mining and measures to be taken according to relevant legislation are given. According to SGK (2016) statistics, three basic sectors (Mining, Metal / Machinery, Construction) stand out in terms of work accident rates. According to the statistics of work accident; the mining sector is ranked in the third place (Metal / Machinery > Construction > Mining), according to the statistics of fatal work accident, it is ranked in the second place (Construction > Mining > Metal / Machinery) and it is in the 1st place (Mining > Metal / Machinery > Construction) according to occupational diseases statistics.

1 KIRLIOĞLU KİMYA SANAYİ VE TİCARET A.Ş., Dumlupınar Mah. Ordu Bulvarı No:14 03200 Afyonkarahisar / TÜRKİYE emre.argadal@gmail.com

2 T.C. Şırnak Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü 73100 Şırnak / TÜRKİYE orkunkantarci@gmail.com

Risks in mining generally concern the construction processes and the employees themselves. Accidents that may occur during mining activities can be reduced by engineering work and training.

Keywords: Mining, Occupational Health and Safety, SGK statistics.

1. GİRİŞ

Günümüzde bütün iş kollarında en önemli başlıklardan biri olan iş sağlığı ve güvenliği (İSG) kavramı üzerinde dikkatli çalışılması gereken bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan hayatına değer vermenin iş hayatındaki karşılığı iş sağlığı ve güvenliğidir.

“İş güvenliği”; İşyerlerinde işin yürütülmesi sırasında, çeşitli nedenlerden kaynaklanan sağlığa zarar verebilecek koşullardan korunmak amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır (ÇSGB, 1993; Limon, 2015).

“İş sağlığı”; Dünya Sağlık Örgütü’nce (WHO) “Sağlık, yalnız hastalık ve sakatlığın olmaması değil; fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halidir.” şeklinde tanımlanmıştır (ÇSGB, 1993; Limon, 2015). Yargıtay 21. Hukuk Dairesi, 15/02/2012 Tarih, 2012/1259 Esas ve 2012/1716 Karar sayılı kararında, bedensel bütünlüğün, eş deyişle vücut bütünlüğü kavramının, fiziksel bütünlük yanında ruhsal bütünlüğü ve sağlığı da kapsadığının tartışmasız olduğuna değinmiştir (Limon, 2015). Yani bir başka deyişle sadece fiziksel sağlamlık yeterli olmamakta zihinsel olarakta sağlamlık gerekmektedir. Bu nedenle yapılan çalışmalarda kişileri bütünüyle kapsayan bir dizi önlem sunulmaktadır. İSG çalışmaları amaçları açısından değerlendirildiğinde tanımına göre daha geniş bir alan kapsamaktadır. Kısaca amaçlar;

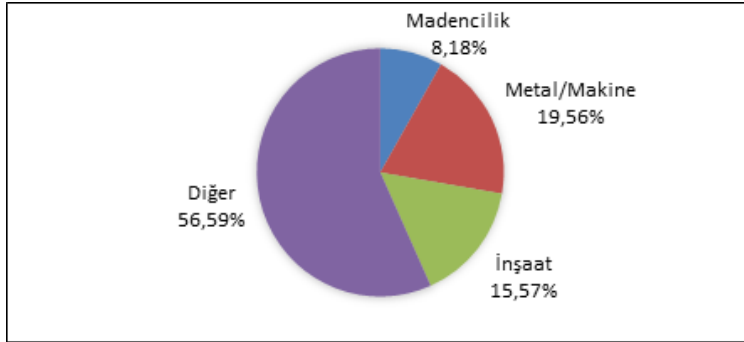
- Sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak,
- Çalışanları korumak
- Güvenli çalışma kültürü oluşturmak,
- Üretimin güvenliğini ve sürekliliğini sağlamak,
- Verimliliği arttırmak,
- Ekonomik kayıpları önlemektir.

Amaçlar irdelendiğinde görülmektedir ki; yapılan çalışmalar sadece çalışan sağlığına değil aynı zamanda ülke ekonomisine de olumlu katkı sağlamaktadır. İstatistikler incelendiğinde kömür ve linyit çıkarılması özellikli bir işkolu olarak iş kazalarında öne çıkmaktadır. Yine öne çıkan bir diğer işkolu metalik olmayan mineral ürünlerinin imalatı olup birçok farklı çalışma alanını bünyesinde barındırdığı için kömür ve linyit kadar gündeme gelmemiştir (Tablo 1).

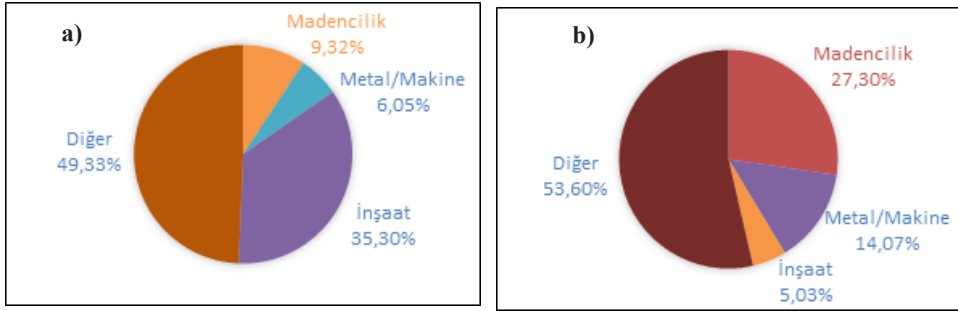
Tablo 1. Madencilik sektörü iş kazası istatistikleri (SGK, 2016)

Ekonomik Faaliyet Sınıflaması (İşkolu)	İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayısı	Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayısı	Ölümlü İş Kazası Geçiren Sigortalı Sayısı	Sürekli İşgöremezlik Maaşı Bağlanan	
				İş Kazası	Meslek Hastalığı
Kömür ve linyit çıkarılması	8.274	74	11	145	15
Metal cevheri madenciliği	1.037	0	8	17	2
Diğer madencilik ve taşocaklılığı	2.045	3	64	87	0
Madenciliği destekleyen hizmet faaliyetleri	324	2	0	11	0
Diğer metalik olmayan mineral ürünlerin imalatı	11.721	84	48	164	55
Madencilik Sektörü	23.401	163	131	424	72
Türkiye	286.068	597	1405	4.447	195
Şırnak ili bütün işkolları	117	0	11	10	0

SGK (2016) istatistikleri irdelendiğinde üç temel sektör iş kazaları oranı açısından öne çıkmaktadır. Bunlar sırasıyla Metal/Makine, İnşaat ve Madencilik sektörüdür. Şekil 1’de de görüleceği üzere bu 3 sektör, Türkiye’deki iş kazalarının % 43,41’ini kapsamaktadır.

**Şekil 1.** İş kazası istatistiklerinin sektöre göre dağılımı

Kaza sonuçlarının detayları incelendiğinde; ölümlü iş kazasının en fazla gerçekleştiği sektör İnşaat Sektörü olduğu görülmüştür. Bununla birlikte istatistiklerin bize sunduğu bir diğer veride meslek hastalığına yakalanan sigortalı sayısı temel alındığında en fazla meslek hastalığına yakalanan sigortalı sayısı Madencilik sektörü olarak gözükmektedir (Şekil 2a,b). Bunun nedeni çalışma sürecinin uzun oluşu ve özellikle yeraltında uygulamalarında işveren ve işçilerin gereken önlemleri almayı şırtandır.



Şekil 2. a) Ölümlü iş kazası b) Meslek hastalığı istatistiklerinin sektöre göre dağılımı (SGK, 2016)

2. MADENCİLİKTE RİSK FAKTÖRLERİ VE İLGİLİ MEVZUAT

Madencilik, işin doğası gereği çeşitli risk faktörlerine sahiptir. Bu faktörler genel olarak çalışmanın üretim süreçleri ve çalışanların kendileri ile ilgilidir.

Madencilik bilindiği üzere; açık ocak işletmeleri ve kapalı ocak işletmeleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yeraltı işletme yöntemleri de, açık işletmecilikte olduğu gibi, maden damarının yapısı (kalınlık, eğim, sertlik, uzunluk vb. açısından), yan kayaçların yapısı, tektonizma, hava sıcaklığı, metan gazı içeriği, günlük üretim, drenaj vb. kriterler yönünden çeşitlilik gösterir.

En yaygın olarak kullanılan yeraltı işletme yöntemleri şu şekilde sıralanabilir;

- Uzun kazı arınlı üretim yöntemi (uzun ayak, diyagonal ayak),
- Kısa kazı arınlı üretim yöntemi (tavan ayak, taban ayak),
- Topuklu üretim yöntemi (göçertmeli topuklu, dolgulu topuklu, çapraz topuklu, travers ayak, ara katlı topuklu ayak),
- Oda üretim yöntemi (oda-topuk yöntemi, tali katlı göçertme),
- Blok yöntemleridir (Ergun, 2007).

2.1. Yeraltı Maden İşletmelerinde Risk Faktörleri ve Önlemleri

İş güvenliği açısından her iki işletme türünün de benzer yanları olmasının yanında kapalı ocak / yeraltı madenciliği daha fazla tehlike barındıran ve iş güvenliği açısından üzerinde daha fazla durulması gereken bir alandır (Ergun, 2007). Yeraltı Maden İşletmelerinde risk faktörleri genel olarak; Havalandırma, Tahkimat, Nakliyat, Gaz, Toz, Ergonomi, Gürültü ve Titreşimdir. Bu faktörlerden gaz ve toz havalandırma içerisinde değerlendirilmektedir. En önemli riskler üretimin temel aşamaları olan delme patlatma, tahkimat, nakliyat ve havalandırmadır.

2.1.1. Havalandırma

Yeraltı kaynaklarımızı yerüstüne çıkarabilmek için öncelikle çalışma koşullarını güvenli ve rahat olması sağlanmalıdır. Bunun için ilk olarak yeterli miktarda temiz havayı yeraltına gönderilmesi gerekmektedir. Yapılan bu işleme madenlerde havalandırma adı verilmektedir (Yalçın ve Gürgen, 1999).

Yeraltı işletmeciliğinde ocak havalandırması büyük önem arz etmektedir. Genel olarak gerekli oksijenin sağlanması için havalandırma işlemi yapılmaktadır. Aynı zamanda aşağıdaki problemlerin çözümü içinde yapılmaktadır (URL-1).

- Tehlikeli gazların izin verilebilir oranda tutulması ve ocaktan atılması
- Tozun belirli bir seviyenin altında tutulması
- Derin ocaklarda sıcaklığın azaltılması
- Ocak havasındaki nemin azaltılması
- Motorlar için oksijen ihtiyacının karşılanmasıdır.

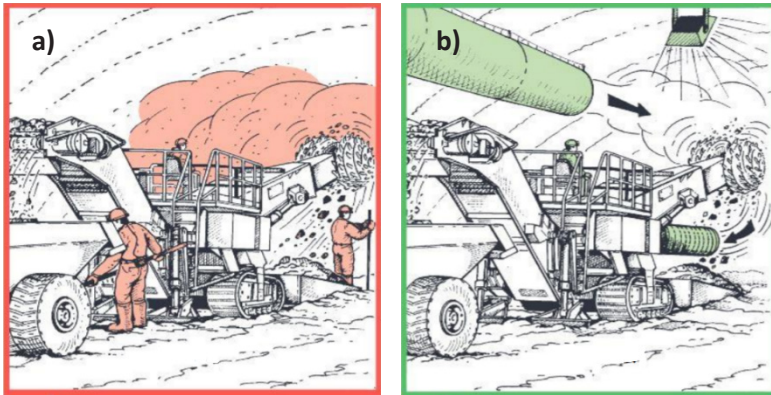
Yeraltına gönderilen temiz hava bileşimi oranları; Azot (N₂) %78,09, Oksijen (O₂) %20,95, Karbondioksit (CO₂) %0,03 veDiğer gazlar (Argon, Neon, Hidrojen vb.) %0,93 şeklindedir (Yalçın ve Gürgen, 1999).

Genelde oksijen miktarının azalması ve karbondioksit ile diğer gazların artması yeraltındaki havanın olumsuz yönde değişimine neden olmaktadır. Bu durum, maden havasının kirlenmesine neden olarak ortamda zehirli, boğucu ve yanıcı gazların birikmesine sebep olur. Yanıcı gazlara örnek verilecek olursak, ilk olarak metan (CH₄) gazı ve türevleri olmak üzere karbonmonoksit (CO) ve hidrojen (H₂) gazıdır. Boğucu gazları karbondioksit (CO₂), nitrojen (N₂) ve metan (CH₄); zehirli gazları ise karbonmonoksit (CO), kükürtdioksit (SO₂), hidrojen sülfür (H₂S) ve azotun tüm oksitleri (N_xO_y) oluşturur. Yeraltı maden havasının kirlenme derecesi;

- Cevherin içerdiği gaz miktarına,
- Cevherin oksijen ile reaksiyona girme potansiyeline,
- Uygulanan maden çıkarma yöntemine,
- Çalışma alanına gelen havanın miktarına,
- Ocakta kullanılan makinelerin türüne,
- Çalışma alanının boyutlarına, bağlıdır (Olgun .v.d, 2015).
- **CH₄ + Hava** → Boğucu ve Patlayıcı olup oldukça tehlikeli grizu gazını oluşturmaktadır.
- **CO + Hava** → Zehirli ve patlayıcı özelliğe sahip olan karbondioksit, çoğunlukla kömür madenlerinde oluşmaktadır.

- $H_2S + \text{Hava} \rightarrow$ Çürümüş yumurta kokusuna benzeyen ve oldukça zehirli bir gaz olan hidrojen sülfür, tehlikeli miktarlarda nadiren görülen hidrojen sülfürün patlayıcı özelliği de bulunmaktadır.
- $CO_2 + N_2 \rightarrow$ Boğucu bir gaz olup sektörde kör nefes olarak bilinmektedir. Maden içerisinde %100 emisyonu ulaşması mümkündür.
- $CO + CH_4 + CO_2 + H_2 + N_2 \rightarrow$ Zehirli, boğucu ve patlayıcı bir ortama neden olan bu gazlar grizu patlamasından sonra oluşmaktadır (Olgun .v.d, 2015).

Sektörde yeraltı kazı çalışmalarında havalandırmanın ve aydınlatmanın önemini gösterir yanlış uygulama ve alınması gereken önlemi gösterir görsel aşağıdaki Şekil 3’de verilmiştir. Yeraltı kazı çalışmaları sırasında üfleyici ve emici havalandırma tüplerinin kullanılması çalışma alanından toz oluşmasını engellemek ve güvenli çalışma alanı için önemlidir. Ayrıca çalışma esnasında aydınlatma olmalı, çalışanların çalışma makineye yakın çalışmaması gerekmektedir (Şekil 3) .



Şekil 3. Havalandırma işlerinde a) Tehlike b) Önlem (Denek, 2014)

Havalandırmadan kaynaklanan problemlerin çözümü için mevzuatta bir dizi önlem verilmiştir. Önlemler ocak koşullarına göre şekillenmektedir. Grizu varsa daha hassas önlemler alınmalıdır.

2.1.1.1. Ocaklarda Havalandırma İle İlgili Önlemler

19 Eylül 2013’te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği” ne göre; Havalandırma ile ilgili önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

Mevzuata göre önlemler;

- 1) Çalışma yapılan bütün yeraltı işletmelerinde uygun havalandırma sağlanır. Üretime başlamadan önce, her ocakta, uygun bir havalandırma sistemi kurulur.

- 2) Doğal havalandırma şartları ile sağlanamadığı yerlerde, havalandırma bir veya daha fazla mekanik sistemle sağlanır. Havalandırmanın sürekliliğini ve kararlılığını sağlayacak tedbirler alınır.
- 3) Havalandırma sistemlerinin devre dışı kalmaması için bu sistemler devamlı surette izlenir ve istenmeyen devre dışı kalmaları bildirecek otomatik alarm sistemi bulunur.
- 4) Havalandırma ile ilgili değerler periyodik olarak ölçülür ve ölçüm sonuçları kaydedilir. Havalandırma sisteminin detaylarını kapsayan bir havalandırma planı hazırlanır, periyodik olarak güncellenir ve işyerinde hazır bulundurulur. Hava hızı her halde 0,5 m/s'den az olamaz.
- 5) İnsan ve malzeme taşımada kullanılan kuyularda, lağımlarda, ana nefeslik yollarında, eğimli ve düz yollarda, hava hızı, saniyede 8 metreyi geçmez.
- 6) Havasında % 19'dan az oksijen, % 2'den çok metan, % 0.5'ten çok karbondioksit, 50 ppm (%0.005) den çok karbonmonoksit ve diğer tehlikeli gazlar bulunan yerlerde gerekli güvenlik önlemleri alınarak mevcut olan tehlikeyi bertaraf etmek amacıyla önleyici faaliyetler ve kurtarma çalışmaları dışında çalışılmaz. 8 saatlik çalışma için müsaade edilen en yüksek hidrojen sülfür oranı 20 ppm (% 0,002)'dir.
- 7) Terk edilen veya yeterince havalandırılmayan yerler çalışanların girmesini önleyecek biçimde kapatılır ve üzerlerine uyarı işareti konulur.
- 8) Havalandırma sistemi kapı ve perdelerle havayı yönlendirecek şekilde düzenlenir. Kapı ve perdeler nakliyat esnasında havalandırma sistemini olumsuz etkilemeyecek şekilde ayarlanır.
- 9) Ana vantilatör ve aspiratörler birbirinden bağımsız iki ayrı enerji kaynağına bağlanır. Bu enerji kaynaklarından birinin durması halinde diğer kaynağın ocak havalandırmasını aksatmayacak en kısa zamanda devreye girmesi sağlanır.
- 10) Ocağın çeşitli kısımlarında, sıcaklık ve nem oranı düzenli olarak ölçülür. Nem oranı göz önünde bulundurularak hava sıcaklığının sağlığa zararlı düzeye yükselmemesi için gerekli tedbirler alınır
- 11) Hava giriş kuyusundan kömür tozu girmesini önlemek üzere yerüstünde gerekli tedbirler alınır. Ayrıca kuyular ve çevreleri belirli aralıklarla toz birikintilerinden temizlenir. Tozların havaya karışmasına engel olacak tedbirler alınmadığı takdirde ocak dışında hava giriş kuyusuna 80 metreden daha yakın eleme ve ayıklama tesisi kurulmaz.

2.1.1.2. Grizulu Ocaklarda Havalandırma İle İlgili Önlemler

Yeraltı çalışmalarında yanıcı veya patlayıcı ortam oluşması riski meydana getirecek miktarda metan gazı çıkma ihtimalinin olduğu yerler grizulu kabul edilir. 19 Eylül 2013'te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" ne göre; Grizulu Ocaklarda Havalandırma ile ilgili önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

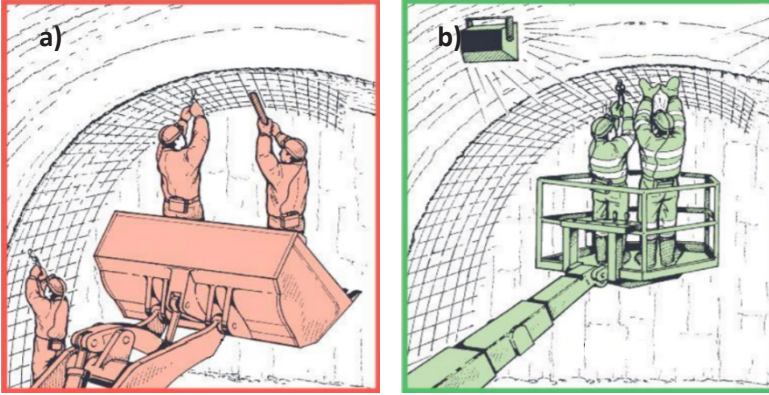
- 1) Bacalar, ani grizu boşalabilecek yönlerde veya grizu bulunabilecek eski çalışma yerlerinde devam ettirildiği takdirde, yapısal özellikler göz önünde bulundurularak en az 25 metre boyunda kontrol sondajları yapılması sağlanır.
- 2) Grizulu ocaklarda havalandırma ile ilgili değerler her vardiyada ölçülür, metan gazı ölçümleri bu ölçümlerle beraber yapılır. Havada % 1'den çok metan gazı tespitinde, bu oran % 1'in altına düşüncüye kadar ölçümler aralıksız sürdürülür.
- 3) Bütün grizulu ocakların, havalandırma planında tespit edilen istasyonlarında, en geç 10 günde bir gerekli ölçümler yapılır. Hava akımını etkileyecek bir değişikliğin olması durumunda gerekli ölçümler yenilenir. Ocakta yeterli sayıda kalibre edilmiş seygar gaz ölçüm cihazları bulundurulur, birbirinden ayrı noktalarda çalışan her ekipte en az bir adet cihaz bulunur. Bu cihazlar metan, karbonmonoksit, oksijen ve hidrojen sülfür gazlarını ölçecek özellikte olur.
- 4) Havalandırma bir veya daha fazla mekanik sistemle sağlanır.
- 5) Çalışmalar metan gazı çıkışı dikkate alınarak yürütülür. Metan gazından kaynaklanacak riskleri mümkün olduğunca ortadan kaldıracak tedbirler alınır.
- 6) Tali havalandırma sadece ana havalandırma akışı ile bağlantısı bulunan hazırlık ve kurtarma çalışmalarının yapıldığı yerlerde uygulanır. Tali havalandırmada kısa devreyi önleyecek tedbirler alınır.
- 7) Havalandırma esas itibarıyla aşağıdan yukarıya doğru yapılır. Eğimi hiçbir kısımda % 10' u geçmeyen kesintinin herhangi bir noktasında grizu toplanmasına imkân bulunmayan ve grizu birikimini önleyecek hava akımı sağlanan galeriler havalandırma bakımından düz sayılır.
- 8) Hazırlık işleri veya grizu birikimlerini dağıtmak amacıyla yapılan işler dışında, bölmeyle veya borularla havalandırma yapılmaz.
- 9) Grizu birikintileri, tehlike doğurmayacak biçimde temizlenir.
- 10) Aynı hava akımı üzerinde bulunan ve aynı anda çalışılan yerlerin sayısı, hava miktarına ve grizu çıkışına göre düzenlenir. Aynı hava akımından

yararlanan ayaklarda ve damar içindeki düz ve eğimli yollarda metan oranı % 1,5'u, bunların bağlandığı hava dönüş yollarında % 1'i geçmez.

- 11) Grizulu veya yangına elverişli kömür damarlarının bulunduğu ocaklarda, tüm çalışanlar çalışma süresince, yanlarında Ek-1 inci maddede yer alan tabloda belirtilen kaçış sürelerini ve TS-EN 13794 sayılı standartta belirtilen kriterleri sağlayacak oksijenli ferdi kurtarıcı bulundurur ve gerektiğinde kullanır.
- 12) Bütün grizulu ocaklarda her biri tek başına ocağın havalandırılmasını sağlayacak güçte, birinin herhangi bir nedenle durması halinde diğeri derhal çalışacak durumda iki havalandırma grubu bulunur.
- 13) Havasında % 2'den çok metan tespit edilen ocaklarda veya ocak kısımlarında, çalışanların kurtarılması ve grizunun temizlenmesi dışında çalışma yapılmaz.
- 14) Genel havasındaki metan oranı % 1,5'i geçen yerlerdeki iletkenlerin ve elektrikli aygıtların gerilimi derhal kesilir ve şartlar düzelmedikçe yeniden verilmez.
- 15) Grizulu maden ocaklarında yalnız bu tür ocaklar için uygun olan patlayıcı maddeler ve ateşleyiciler kullanılır.
- 16) Ateşleyici grizulu ocaklarda lağım deliklerini doldurmadan önce 25 metre yarıçapındaki bir alan içinde ve özellikle tavadaki boşluklar, çatlaklar ve oyuklarda grizu ölçümü yapar. Bu ölçüme % 1 veya daha yüksek oranda metan tespit edilirse lağımın doldurulmaz. Metan oranı % 1'in altındaysa lağımın ateşlenir, üstündeyse % 1'in altına düşüncüye kadar ateşleme yapılmaz.
- 17) Sigara içmek, içmek amacıyla tütün mamulleri ile alev ve kıvılcım çıkarabilecek her türlü maddeyi taşımak ve bulundurmaktır yasaktır.
- 18) Alevle kesme, kaynak yapma ve benzeri diğer işlemlere, çalışanların sağlık ve güvenliklerini korumaya yönelik özel tedbirler alınması kaydıyla sadece istisnai durumlarda izin verilir.
- 19) Yerüstünde ocaktan çıkan grizu veya diğer zararlı gazların tehlike oluşturmasını önlemek üzere gerekli güvenlik tedbirleri alınır.
- 20) Havalandırma sistemi acil hallerde ve ihtiyaç halinde kullanılabilmesi için hava yönünü ters çevirebilecek özellikte olur.

2.1.2. Tahkimat

Tahkimat kazıdan sonra uygulanan ve işyerinin emniyetini sağlayan en önemli işlemdir. Madenlerde kaza istatistiklerine baktığımızda en yüksek kaza oranı göçükler ve tavadan ya da yan duvardan taş cevher düşmesi ile oluşmaktadır. Bu yüzden tahkimat ile ilgili önlemler alınması gereklidir (Birön ve Arıoğlu, 1999).



Şekil 4. Tahkimat işlerinde a) Tehlike b) Önlem (Denek, 2014)

Sektörde tahkimat işleri ile ilgili meydana gelebilecek tehlikelerden bir tanesine karşı önerilen uygulama görsel olarak Şekil 4’de verilmiştir. Yeraltı tahkimat işlemleri sırasında güvenli bir şekilde çalışma yapılabilmesi için aydınlatma yapılması gerekmekte olup çalışanların güvenliği için kepçe ağzı gibi tehikeli taşıma sistemleri yerine mekanik taşıyıcı sistemleri kullanılmalıdır.

Yeraltında yapılan kazı sonrası oluşan boşluğun ihtiyaç olduğu sürece duraylı tutulması için yapılan mühendislik işlemlerinin tamamına tahkimat denilmektedir. Yeraltında oluşan ölümlü kazaların yaklaşık ortalama %50’ si doğrudan doğruya tahkimat ile ilişkilidir (Birön ve Arıoğlu, 1999).

2.1.2.1. Tahkimat İle İlgili Önlemler

19 Eylül 2013’te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği” ne göre; Tahkimat ile ilgili önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) Bütün yeraltı işlerinde, taş, toprak, kömür, cevher vb. maddelerin kayma ve düşmelerini önlemek üzere, uygun ve yeterli tahkimat yapılır. Tavanlar, yan duvarlar ve tahkimat düzenli olarak muayene edilir.
- 2) Tahkimat, planlara ve yazılı talimatlara uygun olarak yapılır ve bu talimatlar sorumlu kişilerin rapor defterinde bulundurulur.
- 3) Galeriler zeminin sağlamlığı ve dayanıklılığı açısından düzenli olarak kontrol edilir ve tahkimatların bakımı düzenli olarak yapılır.
- 4) Tahkimatın onarımı, değiştirilmesi, ileri alınması ve sökülmesi sırasında gerekli güvenlik tedbirleri alınır.
- 5) Tavanlarda ve yanlardaki boşluklar doldurulur ve sıkıştırılır. Bir daha kullanılmayacak olan yollarda dolgu ile ilgili gerekli tedbirler alınır.

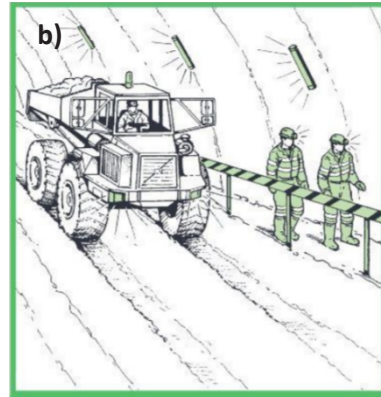
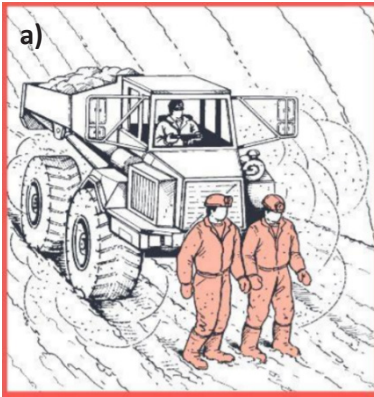
- 6) Ocak grizulu veya damar kendi kendine yanmaya elverişli ise ayak arkası, tavan veya yanlarda meydana gelen boşluklar sıkıca doldurulur ve diğer sağlık ve güvenlik tedbirleri alınır.
- 7) Yeraltı maden ocaklarında açık tutulması gereken her yerde tavan kendini taşıyacak kadar sağlam olmadıkça tahkimat yapılması zorunludur.

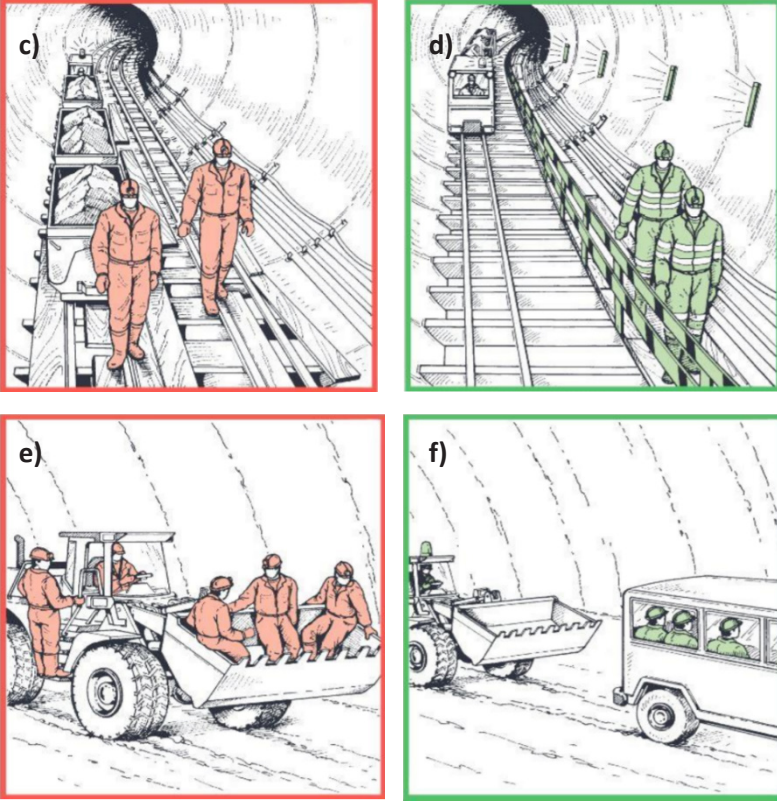
2.1.3. Nakliyat

Nakliyatın genel tanımı kütlelerin bulunduğu yerden bir başka yere taşınması veya aktarılması işlemidir. Madencilikte hayati bir öneme sahiptir çünkü üretim sonucu elde edilen malzeme zenginleştirilmesinden başlayarak tüketimine kadar bu işleme tabidir. Uygun nakliyat yöntemini seçmek için dikkat edilmesi gereken faktörler bulunmaktadır. Bunlar;

- Cevherin fiziksel özellikleri,
- İhtiyaç olan nakliyat kapasitesi,
- Eğim,
- Mesafe,
- Enerji kaynağı tipi ve büyüklüğüdür (Şimşir v.d., 2002).

Genel olarak mekanik nakliye sistemleri kullanılarak cevher ve kayalar yeryüzüne taşınırken, kullanılacak malzeme ise karşıt yön izleyerek yeraltı ve yerüstüne taşınır. Yine madenlerde kaza istatistiklerine baktığımızda nakliye kaynaklı kazalar da karşımıza çıkmaktadır. Madenlerde genel olarak; raylı sistem, vinç-varagel, bant konveyörler, lokomotif ve maden arabaları, monoray, zincirli konveyörler, vinç-sonsuz halat, sonsuz halat makaralı ve lastik tekerlekli taşıyıcılar nakliyat ekipmanları olarak kullanılmaktadır (URL 1).





Şekil 5. Nakliyat işlerinde Tehlike (a,b,c) Önlem (d,e,f) (Denek, 2014)

Sektörde yeraltı malzeme ve personel nakliyatı ile ilgili meydana gelebilecek tehlikelere karşı önerilen uygulamalar görsel olarak Şekil 5’de verilmiştir. Yeraltı üretim yollarında güvenli bir şekilde malzeme nakliyatın yapılabilmesi için, nakliye yolu kenarına çalışanlar için ayrı yol yapılmalı ve güvenlik önlemleri alınmalıdır (Şekil 5d,e).Çalışanlar yükleyici üzerinde değil insan taşıma için yapılmış uygun araçlar ile nakledilmelidir (Şekil 5f).

2.1.3.1. Nakliyat İle İlgili Önlemler

19 Eylül 2013’te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği” ne göre;

a) Taşıma ile ilgili hususlar;

- 1) Kurtarma işleri gibi özel durumlar hariç olmak üzere çalışanlar sadece insan taşımak için imal edilmiş araçlarla taşınır.
- 2) Ocakta kullanılan tüm mobil ekipmanlar görünürlüğü ve hareket yönünün ayırt edilmesini sağlayacak gerekli işaret lambalarıyla donatılır. Lokomotiflerin önünde beyaz veya sarı, son arabanın arkasında da kolay görülür kırmızı bir işaret lambası bulundurulur.

- 3) Konveyörlerin tehlikeli kısımları, özellikle baş ve kuyruk tamburları, uygun ve güvenli bir koruyucu altında bulundurulur. Konveyörlerin eğimi, konveyörler üzerinde taşınan madde veya malzemenin kayması sonucu tehlike meydana getirebilecek derecedeysen, bu tehlikeyi önleyecek özel tedbirler alınır.
- 4) Konveyörler, makiniste işaret vermek üzere işaretleşme araçlarıyla veya herhangi bir noktada durdurabilecek bir düzenle donatılır.
- 5) Uyumlaştırılmış ulusal standartlara ve yapılan işe uygun taşıyıcı halatlar kullanılır. Halatlar ve halat tellerinin uygun testleri yapılır. Halatlar ve halat telleri, her kullanım öncesinde kontrol edilir ve periyodik olarak bakımları yapılır.

b) *Nakliyat ile ilgili hususlar;*

- 1) Tek çıkarma sistemli kuyularda insan taşınması süresince, malzeme taşınması yasaktır. İki çıkarma sistemli kuyularda kompartımanların birinde insan taşınırken diğerinde malzeme taşınabilir.
- 2) Taşıma yollarındaki hava içinde patlamaya neden olabilecek miktarda kömür tozu bulunan veya metan oranı % 0.3'ü geçen kömür ocaklarıyla kükürt tozu bulunan kükürt ocaklarında, elektrikli lokomotifler kullanılmaz.
- 3) Kömür ve kükürt ocaklarında, benzinli lokomotiflerin ve benzinle çalışan araçların kullanılması yasaktır. Dizel lokomotiflerde egzoz gazlarının tehlikesine karşı, uygun sistemler kullanılması zorunludur.
- 4) Freno ve vinçlerle taşıma yapılırken çalışanların vinç ve varageller ile taşıma yapılan yollardan yürüyerek iniş çıkışı yasaktır. Vinç ve varagellere ancak taşıma durdurulduğu zaman ve saçıının izni alınarak girilir.

c) *Yeraltı çalışma yerleri ve yollar ile ilgili hususlar;*

- 1) Yollar, çalışanların gidecekleri yerleri kolayca bulabilecekleri şekilde işaretlenir.
- 2) Taşıma elle veya bir mekanik araçla yapıldığı takdirde, yaya yolları galeri tabanından en az 180 santimetre yükseklikte ve araçlarla galerinin yan duvarlarından birisi arasında en az 60 santimetre mesafe kalacak şekilde bırakılır.
- 3) Yaya yolu bırakılmasına imkân yoksa ve taşıma sırasında çalışanların geliş ve gidişine veya çalışmasına izin verilmişse, yolların yan duvarlarında, uygun aralıklarla, en az iki kişinin sığabileceği yeterli boyutlarda cepler yapılır. Taşımanın bantlarla yapıldığı yollar bu hükmün dışındadır.

- 4) Arabaların kancalandığı veya kancalarının çözüldüğü yerlerde doldurma ve boşaltma merkezlerinde gerekli aydınlatma yapılır ve galeri kesitleri çalışmaları tehlikeye sokmayacak şekilde boyutlandırılır.
- d) *Kuyularda taşıma ile ilgili hususlar,*
 - 1) Halatların veya bağlama düzeninin kopması, kayması vb. durumlarda, kafeslerde ani düşmeleri önlemek üzere gerekli tedbirler alınır.
 - 2) Taşıma halatıyla kafes arasındaki bağlayıcı parçaların (koşum düzeni) maruz kalabilecekleri dinamik çarpma ve gerilmeler de hesaba katılmış olmak koşuluyla, yapımda uygulanacak güvenlik katsayısı, kafesin taşıyacağı en çok statik yüke nazaran en az 12 olmalıdır.
 - 3) Taşıyıcı halatla kafes arasındaki koşum düzeni, altı ayda en az bir kez, zincirler, ayırma kancaları ve diğer parçalar sökülme, parçaların kesitleri uygun aletlerle ölçülmek suretiyle aşınma, pas ve çatlak bulunup bulunmadığı yönünden muayene edilir.

2.1.4. Ocak Tozları

Madencilikte üretimin başından sonuna bütün aşamalarında cevher ve yankayacın özelliklerine göre toz oluşmaktadır. Bunun sonucu olarak göz tahriş olur, görüş mesafesi azalır ve psikolojik olarak personeli yıpratır. Tozun etkileri nedeniyle sadece çalışan sağlığı etkilenmez aynı zamanda makine ve teçhizatda zarar görür. Bu etkilerin sonucu verimde düşmektedir. Hatta bazı tozların hava ile belli oranlarda karışmaları ortamı patlayıcı haline getirmektedir. Bu yüzden toz ile mücadele önemli bir uygulamadır (ÇSGB, 2011).

2.1.4.1. Ocaklarda Tozla Mücadele İle İlgili Önlemler

19 Eylül 2013'te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" ne göre Ocaklarda Tozla Mücadele ile ilgili önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) Kazı öncesi kömür damarına su emdirme
- 2) Alında toz oluşumunu önleme
- 3) Çalışma yerinin havalandırılması
- 4) Delik delme işlemlerinde toz oluşumunun azaltılması
- 5) Nakliye işlemlerinde toz oluşumunun engellenmesi
- 6) Toz toplama ve filtrasyon

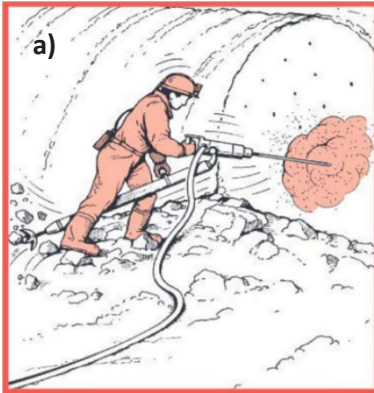
2.1.4.2. Yanıcı toz bulunan ocaklar İle İlgili Önlemler

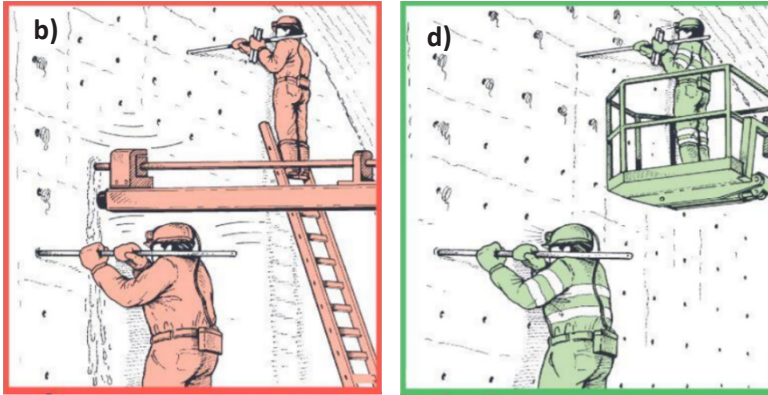
19 Eylül 2013'te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" ne göre Yanıcı toz bulunan ocaklar ile ilgili önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) Yanıcı toz bulunan maden ocaklarında toz patlamasına karşı gerekli tedbirler alınır ve yalnız bu tür ocaklar için uygun olan patlayıcı maddeler ve ateşleyiciler kullanılır.
- 2) Yanıcı toz birikimini azaltacak, taş tozu ve benzeri maddelerle yanma özelliğini yok edecek veya su ve benzeri maddelerde tozu bağlayarak uzaklaştırılmasını sağlayacak tedbirler alınır.
- 3) Zincirleme toz patlamalarına neden olabilecek yanıcı toz ve/veya grizu patlamalarının yayılması patlama barajları yapılarak önlenir.
- 4) Kömür ocaklarındaki arabalar, içlerinden kömür tozu dökülmeyecek biçimde olur. Üretim, yükleme, taşıma, aktarma ve boşaltma yapılan yerlerde tozun havaya yayılmasını önlemek için pülverize su fisketeleri gibi gerekli tedbirler alınır.
- 5) Taş tozu serpme işlemi, kömür tozunun yanma ve patlama etkisini yok edecek veya azaltacak oranda ve uygun nitelikteki maddelerle yapılır. Kullanılacak taş tozu, olabildiğince nem tutmayacak, silis içermeyecek, içinde % 1,5'dan çok organik madde bulunmayacak ve sağlığa zararlı etki yapmayacak nitelikte olur.

2.1.5. Patlayıcı Maddeler

Patlayıcı maddeler; kıvılcım, darbe, sürtünme veya diğer bir patlayıcı maddenin şok etkisiyle kimyevi değişikliğe uğrayan ve yüksek derecede sıcaklık fazla miktarda gaz meydana getiren kimyevi madde ve bileşiklerdir. Yeraltında ve yerüstünde mekanik kazıya bir alternatif olan delme patlatma yönteminin bir gereği olarak kullanılırlar. Kullanımındaki risklerden ve sıklıktan ötürü patlayıcı madde kullanımında önlemler alınması gereklidir (ÇSGB, 2011).





Şekil 6. Delme patlatma işlerinde Tehlike (a,b) Önlem (c,d) (Denek, 2014)

Patlayıcı maddeler hem yeraltı maden işletmelerinden hemde açık ocak madenciliğinde kullanılmakta olup yönetmelikte yeraltı maden işletmelerinde alınacak önlemler bölümünde yer aldığından bu bölümde açıklanmıştır. Şekil 6’da sektörde yeraltı maden işletmelerinde delme patlatma işlemi sırasında meydana gelebilecek tehlikelere karşı önerilen uygulamalar görsel olarak verilmiştir. Yeraltı delme ve patlatma çalışmalarında elle delme işleminin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için, sehpalı delici tabancanın sehba desteğinin düzgün bir şekilde konumlandırılmalı ve uygun delik sisteminin gerçekleştirilebilmesi için aydınlatma yapılmalıdır. Delme işlem ile patlayıcı doldurma işlemi aynı anda yapılmaması gerekir. Delme işlemi tamamlandıktan sonra deliklere patlayıcı madde doldurma işlemi yapılır (Şekil 6).

2.1.5.1. Ocaklarda Patlayıcı Madde Kullanımı İle İlgili Önlemler

19 Eylül 2013’te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği” ne göre Ocaklarda Patlayıcı Madde Kullanımı ile ilgili önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

a) Patlayıcı maddeler ve ateşleyiciler ile ilgili hususlar,

- 1) Patlayıcı maddelerin ve ateşleyici malzemelerin depolanması, taşınması ve kullanılması, sadece ateşleyiciler tarafından yapılır.
- 2) İşletmelerin yapısına uygun nitelikte patlayıcı maddeler ve kapsüller kullanılır. Patlayıcı maddeleri ateşleyicilerden başkasının almasına ve ateşlemesine izin verilmez.
- 3) Yeraltındaki patlayıcı madde depoları, bir patlama halinde, çalışanların çalıştığı yerlere, yollara ve ana havalandırma yoluna zarar vermeyecek ve çalışanlar için tehlike oluşturmayacak uzaklıkta, çatlak ve göçük yapmayacak, olabildiğince su sızdırmayacak, alt ve üst kattaki çalışmalara zarar vermeyecek ve çalışmalardan zarar görmeyecek bir yerde olmalıdır.

- 4) Patlayıcı madde depolarının yakınında çalışma yapılırken, yangın ve patlamaya neden olunmaması için sağlık ve güvenlik tedbirleri alınır ve hiçbir tutuşturucu kaynakla çalışma yapılmaz. 50 kilogramdan az patlayıcı madde bulunan depolara ana yoldan 90 derecelik bir, daha çok patlayıcı madde bulunan depolara 90 derecelik iki dirsek oluşturan yolla girilmeli ve patlayıcı madde deponun son kısmına konulmalıdır.
- 5) Bir patlama olasılığına karşı, patlayıcı madde depolarının karşısına, dirseklerden en az üç metre derinlikte hız kesici cepler yapılmalıdır. Yeraltı deposunda, sıcaklığın 8 dereceden aşağı ve 30 dereceden yukarı olmaması sağlanır. Patlayıcı madde dağıtımı, depo çıkışındaki özel bir cepte yapılır ve buralarda statik elektrik boşalmasına karşı gereken tedbirler alınır.
- 6) Patlayıcı maddeler özel sandıklar içinde taşınır ve bu sandıkların içine başka bir madde konulamaz. Kapsüllerle diğer patlayıcı maddeler aynı kap içinde bir arada bulundurulamaz ve taşınmaz.
- 7) Ateşleyici, manyeto ve sandıkların anahtarlarını kendi üzerinde bulundurur. Ateşleyicinin vücudundaki statik elektriğin boşaltılması için gerekli tedbirler alınır. Bir kişinin taşıyabileceği patlayıcı madde miktarı 10 kilogramı geçemez.
- 8) Patlayıcı madde depolarında, patlayıcı madde ve bu maddelerin tüketim kaydı tutulur.
- 9) Patlayıcı madde lağım deliği iyice temizlendikten ve gerekli hallerde yastık maddesi yerleştirildikten sonra doldurulur ve sıkılandıktan sonra ateşlenir. Sıkılama maddesinin boyu 40 santimetreye kadar olan kartuşlar için 35 santimetredir. Fazla her kartuş için, kartuş boyunun yarısı kadar, sıkılama maddesi eklenir. Patlayıcı maddenin boyu, delik derinliğinin yarısını geçemez.
- 10) Kapsül tellerinin uçlarının temizlenmesi, birbirlerine ve ateşleme tellerine bağlanması ve ateşlenmesi işini bizzat ateşleyici yapar. Lağım atılacak yeri en son ateşleyici terk eder. Beşten çok lağımın aynı zamanda ateşlenmesi seri halinde elektrikle yapılır.
- 11) Elektrikli kapsülle ateşleme yapılan yerlerde lağım deliklerine teknik amonyum nitratın doldurulmasında kullanılan pnömatik ve mekanik araçlar uygun biçimde topraklanır. Doldurulacak lağım sayısı, elektrikli ateşleme aracının patlatabileceği kapsül sayısının yarısını geçemez. Ateşlemeden önce, bütün bağlantılar gözden geçirilir ve özel ölçüm aygıtları ile devre kontrolü yapılır.

12) Lağım atıldıktan sonra, elektrikli ateşlemede en az 5 dakika, fitil veya benzeri ateşlemede 1 saat geçmeden ve yetkili kimseler tarafından dikkatle muayene edilip tehlike kalmadığı bildirmediğe ateşleme alanına kimsenin girmesine izin vermez. Patlamamış patlayıcı madde artıkları, bir sorumlu kişinin gözetiminde, mümkünse o lağımı delen çalışan tarafından, patlamamış lağım deliğinin en az 30 santimetre yakınında, ona paralel başka bir delik delinip doldurularak ateşlenir.

b) *Patlayıcı madde kullanım yasağı ile ilgili hususlar,*

- 1) Emniyet lambası veya metan detektörleriyle yapılan ölçümlerde % 1 veya daha çok metan bulunan kısımlarda,
- 2) Grizu bulunması muhtemel yerler, grizu kontrolü yapılamayan eski veya yeni imalat boşlukları veya çatlakları olan yerlerde,
- 3) Tıkanmış kömür, bür ve siloların açılmasında,
- 4) Kapatılmış yangın barajlarının açılmasında kullanılmaz.

2.2. Yerüstü Maden İşletmelerinde Risk Faktörleri ve Önlemleri

Yerüstü (Açık ocak) işletmeciliği, işletilmesi ekonomik olarak uygun bulunan maden yataklarının, doğrudan kazılarak üretilmesi ya da üzerini kaplayan örtü tabakasının alınarak açılması ve sonrasında cevherin üretilmesi şeklinde yapılan işletme yöntemidir.

Açık ocak maden işletmelerinde oluşabilecek kazalar mühendislik çalışmaları sonucunda aza indirilebilir. Bu yüzden üretime başlanmadan önce arazinin yapısı ile ilgili yapılacak detaylı araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Proje tamamlandıktan sonra her aşamada sürekli takip ve kontrol, olası kazaların oluşmasını engelleyecektir (Dumlu, 2014).

19 Eylül 2013'te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" ne göre Yerüstü Maden İşletmelerinde ile ilgili önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) İşyerinde yapılacak çalışmalar sağlık ve güvenlik dokümanında belirtilen toprak kayması veya çökmesi riski ile ilgili hususlar dikkate alınarak planlanır. Kazı yüzeyleri ve şevlerin eğimi ve yüksekliği zeminin yapısına ve sağlamlığına ve uygulanan çalışma yöntemlerine uygun olur.
- 2) Her çalışma öncesinde, çalışma mahallinden ve nakliyat yollarından daha üst seviyelerdeki şevlerde ve kazı yüzeylerinde toprak ve kaya düşmelerine karşı gerekli kontroller yapılır. Gerekli yerlerde ölçümleme işleri de yapılır.
- 3) Düz ve meyilli yüzeylerdeki çalışmalar, zeminin sağlamlığını ve dengesini bozmayacak şekilde yapılır

- 4) Çalışma yapılan her kademeye ait en az bir adet çalışma yolu olur.
- 5) Kademe ve nakliyat yolları kullanılan araçlara uygun sağlamlıkta olur. Buralar araçların güvenli hareket edebileceği özellikte yapılır ve bakımları sağlanır
- 6) Döküm sahası, kademe gibi iş makinelerinin düşme tehlikesi olan yerlerde yeterli yükseklikte güvenlik bariyerleri yapılır.
- 7) Kazı yapılan ve lağım atılan kademe cepheleri, şantiyeler çalışanların geçtiği bunlara yakın yollar, taşıma yolları, kitle ve blok kayması ve parça düşmesi olasılığı yönünden sürekli olarak denetlenir.
- 8) Yıldırım düşmesi tehlikesi varsa; elektrikli kapsülle ateşleme yapılan açık ocaklarda, lağım delikleri gerekli tedbirler alınmadan doldurulmaz. Tehlike lağımın doldurulması sırasında meydana gelmişse doldurma işlemi derhal durdurulup, patlamanın olağan etki alanı dışına çıkılır ve tehlike geçinceye kadar bu alana kimsenin girmemesi için gerekli tedbirler alınır.
- 9) Ateşlemelerden ve donmaları izleyen arazi gevşemesi kar, yağmur vb. doğal olaylardan sonra, yeniden işe başlamalarda, kademe yüzleri ve çevresi bu işe ayrılmış deneyimli çalışanlar tarafından yukarıdan başlanıp aşağıya doğru sürdürülmek suretiyle çatlak sökülmesi yapılarak temizlenir. Bu çalışmalar gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınarak yapılır.
- 10) Kazı ya da lağımınla oyularak kademe alınlarının askıya alınması (ters ıskarpa) suretiyle çalışılması yasaktır.
- 11) Elle kazı ve yükleme yapılan açık ocaklarda kademe yüksekliği 3 metreyi geçemez. Bu ocaklarda şev açısı ise, jeolojik ve yapısal özellikler de dikkate alınarak, sağlam arazide 60 dereceyi, çöküntülü ve ezik arazide, kum, çakıl ve dere tortuları olan yerlerde, killi tabakalarda, ayrışma uğramış kalkerlerde, parçalanmış volkanik taş ve tüflerde 45 dereceyi, kaygan ve sulu yerlerde 30 dereceyi geçemez.

2.2.1. Yerüstü Maden İşletmerinde Heyalana Karşı Alınması Gereken Önlemler

Heyelanlar, açık ocak madenlerinde en yaygın görülen kütle hareketidir. Heyelanlara karşı alınması gereken önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) Heyelan ihtimali olan kısmın yükünü azaltmak için basamak şevi yatıklaştırılır.
- 2) Zeminin heyelana karşı olan mukavemeti artırılır.
- 3) Basamakta etkili bir drenaj sistemi ile suyun heyelan etkisi yok edilir.
- 4) Şev topuğunun önü tutulur (URL 1).

2.2.2. Yerüstü Maden İşletmelerinde Basamaklarda Yapılan Çalışmalarda Alınması Gereken Önlemler

Açık ocak maden işletmeciliğinde arazinin yapısı gereği güvenli ve kontrollü çalışma yapılabilmesi için basamak oluşturulması önemlidir. Basamaklarda yapılan çalışmalarda alınması gereken önlemler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- 1) Çalışma sırasında veya ara dinlenmelerde işçileri basamak diplerinde dinlenmeleri, yemek yemeleri engellenmelidir.
- 2) Basamak diplerine patlayıcı madde ve sandıklar konmamalıdır.
- 3) Aynalardan düşmeyi engelleyici korkuluklar yapılmalıdır.
- 4) Galeri atımı yapılmamalıdır.
- 5) Yüksekliği 5 metre ve eğimi 30 dereceden çok olan şevlerde, çatlak sökülümü vb. çalışmalarda işçilere emniyet kemeri ile baret, emniyet ayakkabısı vb. gibi kişisel koruyucular verilmelidir (URL 1).

2.2.3. Yerüstü Maden İşletmelerinde Yükleme İşleri Sırasında Alınması Gereken Önlemler

- 1) Yükleme yerlerinde manevracı olmadıkça yükleme işi yapılmamalıdır.
- 2) Kamyon şoförleri görev mahallini terk etmemeli ve inip binmemelidir.
- 3) Herhangi bir yükleyicinin kepçesi dolu halde iken, kamyon şoför mahalli veya diğer motorlu araçların üzerinden geçirilmemelidir.
- 4) Çalışanların, yükleme yapılan nokta ile cevher aynası arasında ve yükleme kepçesinin geçtiği yerlerde bulunması yasaklanmalıdır.
- 5) Emniyetli olarak yüklenmesi güç olan büyük boyutlu kaya parçaları yükleme öncesi kırılmalıdır.
- 6) Yüklenen malzeme, taşıma esnasında yola dökülmesi en az düzeyde olacak şekilde yüklenmelidir.
- 7) İş makineleri kapasitesinin üzerinde çalıştırılmamalıdır (URL 1).

2.2.4. Yerüstü Maden İşletmelerinde Boşaltma İşleri Sırasında Alınması Gereken Önlemler

- 1) Döküm sahalarında şev, kenarı, söz konusu iş makinesi veya kamyonun ağırlığını taşıyamayacak durumunda ise taşınan malzeme şev kenarında güvenli bir mesafede dökülmelidir.
- 2) Döküm sahalarının kenarlarında etkili bir set olmadıkça veya kamyon şoförünü yönlendirecek bir manevracı bulunmadıkça kamyonlar taşıdıkları malzemeyi döküm sahası kenarlarından veya silo içlerine dökmemelidirler.

- 3) Döküm işleminin gece veya gündüz yapılması durumunda şoförün döküm sahasına güvenlik içinde yaklaşması için işaret çizgileri veya gerekli işaret levhaları kullanılmalıdır.
- 4) Döküm çalışmasının gece yapıldığı ocaklarda söz konusu çalışma alanı ve döküm sahası kenarları yeterli düzeyde aydınlatılmalıdır(URL 1).

3. SONUÇLAR

İş sağlığı ve güvenliği (İSG) kavramı günümüz dünyasında çok önemli bir yere sahiptir. Söz konusu madencilik olduğunda içerdiği risklerden ötürü daha fazla önem arz etmektedir. İSG sadece insan hayatı için değil doğru ve sistemli uygulandığında ekonomik getirisi de olan bir konudur. Madencilik faaliyetleri esnasında oluşabilecek kazalar mühendislik çalışmaları ve eğitimler ile en aza indirilebilir. Bu nedenden dolayı çalışmalar kanun, yönetmelik ve tüzükleri çerçevesinde yapılması gerekmekte olup maden işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için 19 Eylül 2013'te 28770 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği" ne göre çalışma yapılması esastır.

Madencilik özelinde SGK (2016) verilerine göre; Şırnak ili baz alındığında son yıllarda kaçak madencilik uygulamaları nedeniyle oluşan kazalar ile gündeme gelmektedir. Tekniğe uygun olmayan madencilik yöntemleri nedeniyle hayatlar her daim tahlikeye atılmaktadır. Bu nedenle İSG kültürünün sektörde yerleşmesi büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Birön, C. ve Arıoğlu, E., 1999. Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı. Birsen Yayınevi, İstanbul, 360s.
- ÇSGB, 1993. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği ile İlgili Genel Bilgiler, Ankara, 384s.
- ÇSGB, 2011. Yeraltı Ve Yerüstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Rehberi. Ankara, 140s. https://www.csgb.gov.tr/media/6003/2011_43.pdf.
- Denek, H., 2014. Madencilik Faaliyetlerinde ve Yeraltı Uygulamalarında İSG. 7. Uluslararası İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı; 4-7 Mayıs, İstanbul.
- Dumlu, S., 2014. Açık İşletmelerde Şev Açısı, Basamak Yüksekliği Ve Genişliğinin Belirlenmesi Ve İş Güvenliği Açısından Önemi, T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, Ankara, 36s.
- Ergun, A.R., 2007. Yeraltı Maden İşletmelerinde Gaz Ve Toz Patlamaları Ve Önlemler. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. T.C. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Limon, A ., 2015. Türk Hukuk Sisteminde İş Sağlığı Ve Güvenliği., Uyuşmazlık Mahkemesi Dergisi, 1, 209-242.
- Olgun, B., Gültek, S., Bulgurcu, H., 2015. Yeraltı Maden Ocaklarında Havalandırma Kriterleri. Teskon 2015 Bildiriler Kitabı, s. 357-370.
- SGK, 2016. SGK İstatistik Yıllıkları. T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari

- Şimşir, F., Tatar, Ç. ve Özfirat, K., 2002. Madenlerde Nakliyat. DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir, 268s.
- Yalçın, E. ve Gürgen, S., 1999. Madenlerde Havalandırma. DEÜ Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi 2. Baskı, İzmir, 276s.
- URL-1, 2018. <https://www.csgb.gov.tr/media/6108/isg11.pdf>
- 19 Eylül 2013 tarih ve 28770 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan “Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği”

ŞIRNAK ASFALTİT MADENCİLİĞİNİN TARİHİ, MEVCUT DURUMU VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Turgay Tören¹

ÖZ

Şırnak İlinin önemli doğal kaynaklarından olan asfaltit rezervleri uzun yıllardır ısınma ve sanayi amaçta kullanılmakta olup, son yıllarda ise elektrik enerjisi amaçlı kullanılmaktadır. Bölgede kontrolsüz madencilik faaliyetleri nedeniyle birçok ölümlü ve yaralanmalı iş kazaları yaşanmakta ve asfaltit rezervleri plansız bir şekilde tüketilmektedir. Bu çalışmada Şırnak asfaltit madenciliğinin tarihi hukuksal geçmişi ve mevcut durumu dikkate alınarak anlatılmış, çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Şırnak, Asfaltit, Madencilik, Termik Santral.

History of Şırnak Asphaltite Mining, Current Situation and Solution Proposals

ABSTRACT

The asphaltite reserves, which are important natural resources of Şırnak Province, have been used for heating and industrial purposes for many years and they have been used for electric energy in recent years. Due to uncontrolled mining activities in the region, there are many mortal and injured accidents and the asphaltite reserves are consumed unplannedly. In this study, the history of Şırnak asphaltite mining is explained by considering the legal background and current situation and solution proposals are presented.

Keywords: Şırnak, Asphaltite, Mining, Thermal Power Plant.

1. GİRİŞ

Asfaltit, petrol kökenli katı bir yakıt olup yüksek yumuşama noktasına sahip, doğal asfalt benzeri bir maddedir. Asfaltit maddelerin yerleşimi petrolün göçüne neden olan; hidrostatik basınç, gaz basıncı, kapilarite, gravitasyon ve sıcaklık gibi etkenlere bağlıdır. Hareket halindeki sıvı veya yarı sıvı asfalt, çeşitli kırık ve çatlakları izleyerek yüzeye kadar çıkabilir. Doğada bulunuş şekilleri çeşitli olan asfaltit, Şırnak bölgesinde fay ve çatlak dolguları biçimindedir.

¹ Doktor Maden Yüksek Mühendisi, drturgaytoren@gmail.com, Şehit Osman Avcı Mah., Selçuklular Cad., Göldekent Sitesi, B Blok, No: 38, Eryaman-Etimesgut / Ankara

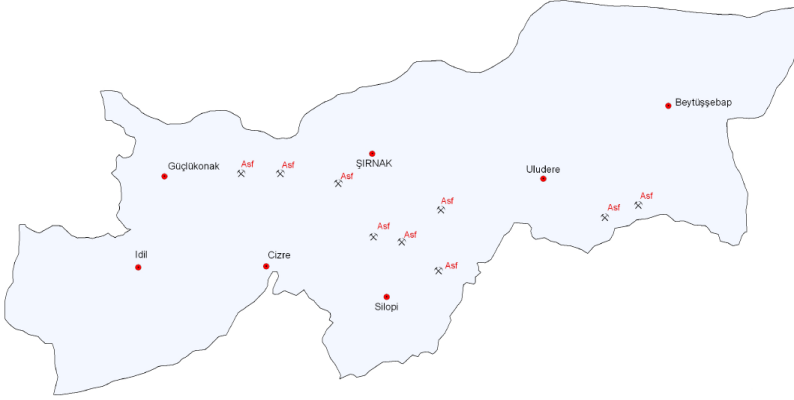
Asfaltit terimi birçok isimle birlikte eş anlamlı olarak kullanılmaktadır. Bunlar çoğunlukla; *migrabitümen*, *doğal katı petrol bitümü*, *pitch* ve *tar*'dır. Asfaltitler teshinde, termik santrallerde, boya, vernik, oto lastiği, elektrik yalıtımı, batarya koruyucuları, genleştirilmiş kauçuk, zemin karoları, su geçirmez kabloların yapımında ve benzeri çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

2. ŞIRNAK İLİ ASFALTİT REZERVLERİ

Şırnak asfaltitlerinin uzun yıllardan beri kullanıldığı bazı yayınlarda belirtilmektedir. Asfaltit rezervlerinin tespitinde önemli çalışmaları bulunan Richard F. Lebküchner 1969 yılındaki bir yayınında şu ifadeleri kullanmıştır: “Şırnak ilçesinin (Siirt İli) takriben 8 km güneybatısında ve Avgamasya köyünün hemen yanında, en büyük ve nispeten geç tanınmakla beraber en iyi incelenmiş bir asfaltik madde zuhuru bulunmaktadır. Bir zamanlar yerlilerin “kömür” diye bildiği ve kireç yakınında kullandığı bu madde, birkaç seneden beri açık işletmelerle de çıkarılmakta ve “ev yakacağı” olarak Diyarbakır’a ve Türkiye’nin doğusundaki diğer büyük şehirlere sevk edilmektedir.”

Eran Nakoman’ın 1977 yılında yayınlanan bir çalışmasında ise “Güneydoğu Anadolu’da, takriben 17.000 km²’lik bir alan içinde, kökeninin petrol olduğu şüphe götürmeyen asfaltik madde filonları bulunmaktadır. Bu filonların bir kısmının varlığı geçen yüzyıllardan beri bilinmektedir. Nitekim 1870 yıllarında 1. Paylaşım Savaşı’nın sonlarına kadar bu materyal taşkömürü olarak Harbul filonundan çıkarılmış, Musul’a gönderilmiş, Musul, Bağdat ve Basra arasında Dicle Nehrinde işleyen buharlı gemilerde yakacak olarak kullanılmıştır.” ifadeleri kullanılmıştır.

Ülkemizin maden kaynaklarının tespitinde ve değerlendirilmesinde önemli bir yere sahip olan Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü’nün çalışmalarına göre tespit edilen Şırnak İlindeki asfaltit lokasyonları Şekil 1’de, rezerv miktarları ve özellikleri ise Tablo 1’de gösterilmektedir. Her ne kadar Maden İşleri Genel Müdürlüğü (MİGEM) kayıtlarına göre 2018 yılında Şırnak İlinde 21 adet asfaltit ruhsatı bulunmakta ise de, sadece bir Kamu Kuruluşu olan Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu Genel Müdürlüğü’nün uhdesinde bulunan 2 adet asfaltit ruhsatındaki rezervin miktarı ve özellikleri bilinmemekte, fakat Özel Sektörün uhdesindeki asfaltit ruhsatlarının gerçekçi ve güvenilir rezerv miktarı ve özellikleri bilinmemektedir.



Şekil 1. Şırnak İli Asfaltit Lokasyonları (<http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/maden-haritalari/Sirnak.pdf>)

Tablo 1. Şırnak İli Asfaltit Rezervleri (http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden_potansiyel_2010/Sirnak_Madenler.pdf)

Filon	Rezerv (1.000 ton)	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	AİD (kcal/kg)
Silopi-Harbul	25.765	0,88	35,93	8,23	5.536
Silopi-Silip	4.406	1,35	36,25	8,10	5.485
Silopi-Üçkardeşler	20.352	1,21	35,55	7,70	5.474
Avgamasya	8.154	0,47	39,68	5,64	4.191
Milli	6.500	2,13	47,38	4,01	3.400
Karatepe	5.000	3,58	42,56	3,48	3.695
Seridahli	6.067	0,22	46,72	4,92	3.174
Nivekara	2.000	5,40	42,72	5,83	3.400
Ispindoruk	1.100	0,33	51,93	4,76	3.300
Segürük	1.000	1,20	38,80	6,36	4.500
Rutkekurat	1.000	3,60	42,12	4,40	3.250
Uludere Ortasu	604	0,40	46,03	5,08	2.876
TOPLAM	81.949				

3. MADEN HUKUKU AÇISINDAN ASFALTİT

Şırnak İlinin önemli gelir kaynaklarında olan asfaltit, ülkemiz madenciliğinin temelini teşkil eden Maden Kanunlarında dönemsel olarak *asfalt*, *petrol istihsaline elverişli olmayan asfalt yatakları*, *petrol istihsaline elverişli olmayan bitümlü madde*, *asfaltit* gibi değişik isimler ya da tanımlamalarla yer almıştır.

- 17 Haziran 1942 tarihinde kabul edilen ve 23 Haziran 1942 tarih ve 5139 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 4268 sayılı “Madenlerin Aranma ve İşletilmesi Hakkında Kanunu”nun 2. Maddesinde “..., her türlü maden kömürü, zift, petrol, **asfalt**, petrol ve petrole benzer diğer madeni maddeler, **petrol istihsaline elverişli olmayan asfalt yatakları**, ... bu Kanun hükmüne tabidir” denilmiştir.

- 3 Mart 1954 tarihinde kabul edilen ve 11 Mart 1954 tarih ve 8655 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 6309 sayılı “Maden Kanunu”nun 1. Maddesinde “..., maden kömürü (turptan antrasite kadar her nevi kömür dahil), *petrol istihsaline elverişli olmayan bitümlü maddeler*, ... maden sayılır” denilmiştir.
- İçeriğinde birçok değişiklik yapılan ve halen yürürlükte olan 4 Haziran 1985 tarihinde kabul edilip, 15 Haziran 1985 tarih ve 18785 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan 3213 sayılı Maden Kanunu’nun 2. Maddesi’ne göre “Turba, Linyit, Taşkömürü, Antrasit, *Asfaltit*, Bitümlü Şist, Bitümlü Şeyl, Kokolit ve Sapropel” 4B Grup Madenler olarak tanımlanmıştır.
- Özellikle asfaltitin enerji üretiminde kullanılmaya başlanmasında sonra yaşanan bazı sorunların ve anlam kargaşalarının giderilmesi için 21 Eylül 2017 tarih ve 30187 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Maden Yönetmeliğinde asfaltit yerli kömür ve enerji hammaddesi olarak tanımlanmıştır.

4. ASFALTİT MADENCİLİĞİNDE YAŞANAN GELİŞMELER

Şırnak İlinin önemli gelir kaynaklarından olan asfaltit madenciliği 1978 yılına kadar Özel Sektör tarafından gerçekleştirilmiştir.

4 Ekim 1978 tarihinde kabul edilen ve 14 Ekim 1978 tarih ve 16434 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 2172 sayılı “Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun” kapsamında madencilikte Devletleştirme süreci başlamıştır. Bu Kanun ile hangi maden cinslerinin kamulaştırılacağına yetkisini Bakanlar Kurulu’na vermiştir. Bu kapsamda bazı Kanun Hükmünde Kararnameler yayımlanarak, Şırnak Bölgesindeki asfaltit sahaları Kamu Kuruluşu olan TKİ Genel Müdürlüğü’ne devredilmiştir.

Ülkemiz linyit madenciliğinde önemli bir yere sahip olan TKİ Genel Müdürlüğü, 22 Mayıs 1957 tarihinde kabul edilen ve 31 Mayıs 1957 tarih ve 9621 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 6974 sayılı “Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Kanunu”nun 2. Maddesinin A Bendinde TKİ’nin yapabileceği işler olarak “Türkiye’de taşkömürü, linyit, turp gibi kömür madenlerini aramak ve işletmek” tanımlanmış, o dönemde yürürlükte olan Maden Kanunu’nda asfaltit kavramı olmadığı için Kuruma asfaltit üretme yetkisi verilmemiştir.

10 Haziran 1983 tarihinde kabul edilen ve 13 Haziran 1983 tarih ve 18076 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 2840 sayılı “Bor Tuzları, Trona ve Asfaltit Madenleri İle Nükleer Enerji Hammaddelerinin İşletilmesini, Linyit ve Demir Sahalarının Bazılarının İadesini Düzenleyen Kanun”un 3. Maddesine göre asfaltit sahalarının ilgili kamu kuruluşlarına devir işlemlerinin 2172 sayılı Kanun kapsamında 6 ay içerisinde tamamlanacağı belirtilmiştir.

6309 sayılı Kanun ile 3 adet, 2172 sayılı Kanun ile 17 adet, 2840 sayılı Kanun ile 269 adet olmak üzere toplam 289 adet asfaltit sahası TKİ Genel Müdürlüğü'ne intikal etmiştir. Zaman içinde 6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 7 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 253 adet olmak üzere toplam 261 adet asfaltit sahası TKİ Genel Müdürlüğünce MİGEM'e iade edilmiştir.

6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 9 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 7 adet sahanın 3213 sayılı Maden Kanunu gereği birleştirilmesi ile İR 2505 Ruhsatı oluşturulmuştur.

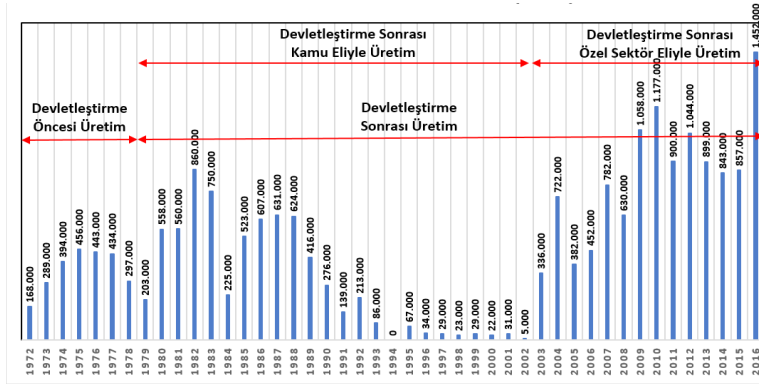
6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 4 adet sahanın 3213 sayılı Maden Kanunu gereği birleştirilmesi ile İR 2429 Ruhsatı oluşturulmuştur.

Her ne kadar asfaltit kavramı 15 Haziran 1985 tarih ve 18785 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan 3213 sayılı Maden Kanunu'nda tanımlanmışsa da, bu Kanun yürürlüğe girmeden yaklaşık 2 yıl önce, 28 Ekim 1983 tarih ve 18205 sayılı Mükerrer Resmi Gazete'de yayımlanan KHK/94 sayılı "Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Kuruluşu Hakkında Kanun Hükmünde Kararname"nin 2. Maddesinde TKİ "Devletin Genel Enerji ve Yakıt Politikasına uygun olarak linyit, turp, bitümlü şist, **asfaltit** gibi enerji hammaddelerini değerlendirmek, ülkenin ihtiyaçlarını karşılamak, yurt ekonomisine azami katkıda bulunmak amacı ile teşkil edilen teşekkül" olarak tanımlanmakta, "faaliyetleri ile ilgili her türlü madenleri işletmek veya işletirmek ve bu amaçla aramak" ve "10 Haziran 1983 tarih 2840 sayılı Kanunun 2. Maddesi gereğince asfaltit madenini işletmek ve bu amaçla da arama" bu teşekkülün faaliyet konuları olarak tanımlanmıştır. Daha sonra da, Yüksek Planlama Kurulu'nun 89/T-108 nolu kararı ile TKİ Genel Müdürlüğü'ne asfaltiti işletme yetkisi verilmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) 2 Ağustos 1991 tarih ve 147-4-1476/7590 sayılı yazısı ile TKİ Genel Müdürlüğü'ne asfaltit sahalarının rödovans karşılığı aranması ve işletilmesinin özel idareler dışında 3. kişilerce verilmesinin yasal olarak mümkün olmadığını bildirmiştir.

16 Şubat 1994 tarihinde çıkan 3971 sayılı Kanunda, 10 Haziran 1983 tarihli ve 2840 sayılı "Bor tuzları, trona ve asfaltit madenleri ile nükleer enerji hammaddelerinin işletilmesini linyit ve demir sahalarının bazılarının iadesini düzenleyen 2. madde "Bor tuzları, Uranyum ve Toryum Madenlerinin Aranması ve İşletilmesi Devlet Eliyle Yapılır" denilerek, asfaltit madenleri Devletçe işletilecek madenler kapsamında çıkarılmıştır.

ETKB verilerine göre ülkemizdeki asfaltit üretim miktarlarının dönemsel değişimi Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Türkiye Asfaltit Üretiminin Dönemsel Değişimi

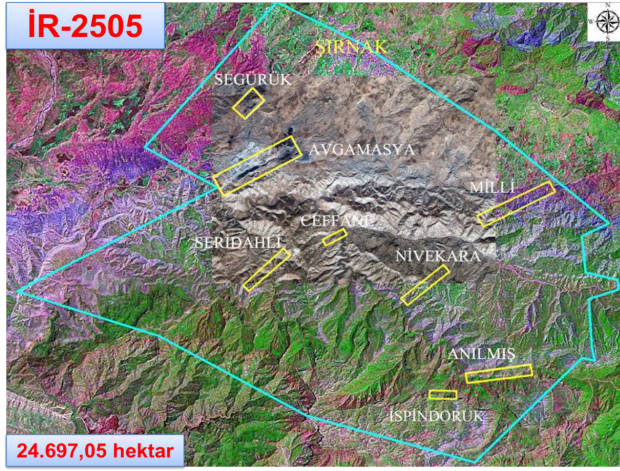
(<http://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları?page=1>)

Yukardaki şekilden de görüleceği üzere, 1972-2016 yılları arasında resmi kayıtlara göre 20.926.000 ton asfaltit üretilmiş olup, 2172 sayılı Devletleştirme Kanunu'ndan sonra 1979-2016 yılları arasında 18.445.000 ton asfaltit üretimi (toplam üretimin % 84,14'ü) gerçekleşmiştir. Devletleştirme sonra TKİ Genel Müdürlüğü'nün sahaları 2003 yılından itibaren rödovans yöntemiyle özel sektöre işletmekte olup, 2003-2016 yılları arasında 11.534.000 ton asfaltit üretimi (toplam üretimin % 55,12'i, Devletleştirme sonrası üretimin % 62,53'ü) özel sektör tarafından gerçekleşmiştir. Yani bu süreçte, 2172 sayılı Devletleştirme Kanunu'nun amacından uzaklaşılarak, asfaltit üretimi bir Kamu Kuruluşu olan TKİ Genel Müdürlüğü vasıtasıyla özel sektöre yaptırılmıştır.

MİGEM kayıtlarına göre Şırnak İlinde 21 adet asfaltit ruhsatı bulunmakta olup, sadece 4 ruhsatta madencilik faaliyeti yapılmaktadır. Aralarında TKİ Genel Müdürlüğü'nün 2 ruhsatının da bulunduğu diğer 17 ruhsatta madencilik faaliyetleri değişik nedenlerden dolayı durdurulmuştur. Özel Sektör uhdesindeki sahalarda yürütülen arama çalışmaları, rezerv miktarı, rezervin özellikleri, uygulanan madencilik yöntemleri ve yıllık üretim miktarları hakkında detaylı bir yayın, rapor ya da çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada ülkemizin ve bölgenin en büyük asfaltit rezervlerini içeren ve TKİ Genel Müdürlüğü uhdesinde bulunan iki ruhsat hakkında bazı bilgiler sunulmuştur.

İR-2505 (Sicil No: 16399)

6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 9 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 7 adet sahanın 3213 sayılı Maden Kanunu gereği birleştirilmesi ile İR 2505 Ruhsatı oluşturulmuştur. Ruhsat alanı Şırnak İlinin birçok önemli asfaltit filonunu (Avgamasya, Segürük, Milli, Seridahli, Nivekara, vb.) içermekte olup, 24.697,05 hektarlık bir alanı kapsamakta ve tüm alanda İşletme İzni bulunmaktadır (Şekil 3). 13 Eylül 1988 tarihinde 25 yıl süre ile alınan İşletme Ruhsatı, 13 Eylül 2013 tarihinde sona ermiş ve 20 yıl süreyle tekrar uzatılmıştır.



Şekil 3. İR-2505 (Sicil No: 16399) Nolu Ruhsat ve İçerdiği Önemli Asfaltit Filonları

Bu ruhsat, 1979 yılından 2002 yılına kadar TKİ Genel Müdürlüğü tarafından işletilmiştir. 2002-2013 yılları arasında Şırnak Valiliği İl Özel İdaresi tarafından rödovans karşılığı işletirilen ruhsat sahasında madencilik faaliyetleri ölümlü ve yaralanmalı iş kazaları ile kaçak çalışmalar (Şekil 4) nedeniyle MİGEM'in 24 Ekim 2013 tarih ve 61285 tarihli yazısı kapsamında durdurulmuştur. Şırnak Valiliği İl Özel İdaresi tarafından rödovansçı firma değişik tarihlerde 25 kez yazılı olarak uyarılmasına rağmen, gerekli önlemleri almadığı için Rödovans Sözleşmesi 20 Haziran 2014 tarihinde iptal edilmiştir. Fakat ruhsat sahası çevreye uyumlu hale getirilmeden İdareye iade edilmiştir.



Şekil 4. Kaçak Yeraltı Asfaltit Üretim Faaliyetleri

TKİ Genel Müdürlüğü ve Şırnak Valiliği İl Özel İdaresi arasında 26 Mart 2002 tarihinde imzalanan, 16 Ekim 2008 tarihli Protokol ile süresi 31 Aralık 2043 tarihine kadar uzatılan Rödovans Sözleşmesi, TKİ Genel Müdürlüğü'nün 9 Şubat 2017 tarih ve 2029940 sayılı yazısı ve Şırnak İl Özel İdaresi İl Genel Meclis Başkanlığı'nın 1 Mart 2017 tarih ve 36 numaralı Kararı ile tasfiye edilmiştir.

11 Mart 2017 tarih ve 30004 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan "İR 2505, Sicil No 16399 nolu Asfaltit Sahası «işletilmesi, ısınma, elektrik santrali veya sanayide değerlendirilmesi» amacıyla Rödovansla İşletmeye verilecektir" ilanı kapsamında 22 Mart 2017 tarihinde ihale gerçekleştirilmiş ve yıllık asgari

250.000 ton üretim garantisi ile 35 yıllığına rüdevans karşılığı bir Ortak Girişim Grubuna verilmiştir. Aradan geçen bir yıllık süreçte halen Ortak Girişim Grubu madencilik faaliyetlerine başlamamıştır.

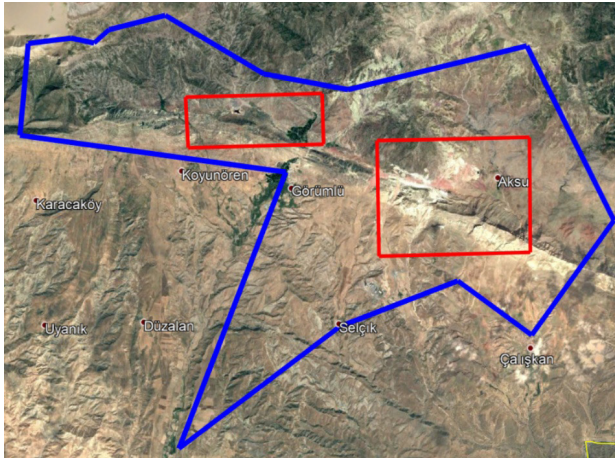
Halen MİGEM tarafından madencilik faaliyetleri durdurulmuş olan ruhsat sahasında kaçak açık ocak ve yeraltı madencilik faaliyetleri devam etmektedir. Yıllarca bir Maden Uygulama Projesi kapsamında madencilik faaliyetleri sürdürülmediği için asfaltit filonlarında ekonomik olarak madencilik faaliyetlerinin sürdürülmesi zorlaşmıştır (Şekil 5). Ruhsat sahasındaki kaçak üretimler ve birikmiş milyonlarca metreküplük su kütleleri nedeniyle sık sık yaralanmalı ve ölümlü kazalar gerçekleşmektedir.



Şekil 5. Avgamasya Filonu

İR-2429 (Sicil No: 12450)

6309 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2172 sayılı Kanundan gelen 1 adet, 2840 sayılı Kanundan gelen 4 adet sahanın 3213 sayılı Maden Kanunu gereği birleştirilmesi ile İR 2429 Ruhsatı oluşturulmuştur. Ruhsat alanı Harbul, Üçkardeşler, Rutkekurat ve Silip Filonlarını içermekte olup, 7.552,51 hektarlık bir alanı kapsamakta ve sadece filonların olduğu bölgelerde İşletme İzni bulunmaktadır (Şekil 6). 3 Şubat 2008 tarihinde alınan İşletme Ruhsatı 3 Şubat 2038 tarihinde sona erecektir.



Şekil 6. İR-2429 (Sicil No: 12450) Nolu Asfaltit Ruhsatı (kırmızı alanlar İşletme İzni sınırını göstermektedir)

Ruhsat sahasında bulunan Harbul ve Silip filonları rödovans yönetim ile TKİ Genel Müdürlüğü tarafından 2003 yılında 30 yıllığına Park Elektrik Üretim Madencilik A.Ş. firmasına verilmiştir. Halen firma 3x135 MW kurulu gücündeki Akışkan Yataklı Termik Santrali'ni işletmektedir.

Ruhsat sahasında bulunan Üçkardeşler ve Rutkekurat filonları rödovans yöntemi ile TKİ Genel Müdürlüğü tarafından 6 Haziran 2007 tarihinde 10 yıllık süre ile Şırnak İl Özel İdaresine verilmiştir. Şırnak İl Özel İdaresi 1 Ağustos 2007 tarihinde Şırnak Enerji A.Ş. ile bir rödovans sözleşmesi imzalamıştır. 16 Ekim 2008 tarihinde TKİ Genel Müdürlüğü ve Şırnak İl Özel İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından imzalanan ve sözleşmesi süresinin 30 yıla uzatılmasına ilişkin Süre Uzatım Protokolü'ne göre "Şırnak Valiliği İl Özel İdare Müdürlüğü, bu protokolün imza tarihinden itibaren iki yıllık sürede, rödovans sözleşmesinde koordinatları belirtilen alan içindeki asfaltit rezervlerini değerlendirmek amacıyla, İR 2429 ruhsat nolu saha Üçkardeşler filonundan üretilen asfaltitin kullanılacağı bir termik santralin kuruluşu ile ilgili bütün mali, yasal ve idari prosedürlerin başlatıldığına veya tamamlatıldığına dair gerekli belgeleri TKİ'ye verecek ve Termik Santral kurulması çalışmalarına başlayacaktır." denilmektedir. Şırnak Enerji A.Ş. Firması 4 Temmuz 2011 tarihinde ÇED Olumlu Belgesi'ni almış, 1 Mart 2012 tarihinde ise EPDK'dan Üretim Lisansını almıştır. Aradan geçen 6 yıllık sürede henüz projede inşaat süreci başlamamıştır. MİGEM tarafından madencilik faaliyetleri durdurulmuş olan ruhsat sahasında halen çalışmalar devam etmektedir.

5. TESPİTLER VE ÖNERİLER

Şırnak Bölgesindeki asfaltit rezervleri bölge ve ülke ekonomisinin kalkınması için önemli bir doğal kaynaktır. Bu kaynakların en ekonomik, verimli ve emniyetli şekilde kullanılması için aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir.

- Acilen asfaltit ruhsat sahalarında yıllarca sürdürülen kaçak madencilik faaliyetleri durdurulmalı, ölümlü ya da yaralanmalı iş kazaları önlenmeli, tüm iş makinaları bölgeden uzaklaştırılmalıdır. Daimi Nezaretçi veya Maden Mühendisi bulundurmayan bu işletmelerde onlarca ölümlü ve/veya yaralanmalı iş kazası olmuştur. Halen kaçak üretim faaliyetleri devam ettiği için, her an benzer kazaların olması kaçınılmazdır. Kaçak üretim yapanlar belirlenmeli ve bu kişiler 21 Mart 2018 tarihinde kabul edilen ve 27 Mart 2018 tarih ve 30373 sayılı 2. Mükerrer Resmi Gazete'de yayımlanan 7103 sayılı Kanunun 33. Maddesi kapsamında cezalandırılmalıdır.
- Kamunun elinde bulunan ruhsat sahalarındaki filon öncelikleri belirlenerek, tüm filonların hali hazır haritaları hazırlanmalı, detaylı sondaj çalışmaları ile gerçekçi görünür ve işletilebilir rezerv miktarları tespit edilmelidir. Avgamasya ve Harbul Filonu dışında Maden

Uygulama Projeleri bulunmayan tüm filonların Maden Uygulama Projeleri hazırlanmalıdır.

- Asfaltitlerin kamu uhdesinde çalıştırılmasına devam ettirilecek ise, kamunun sıkı denetiminde yerel firmalar tarafından çevreye duyarlı modern madencilik faaliyetleri yapılmalıdır. Aksi takdirde, ya sahalar 16 Şubat 1994 tarihinde çıkan 3971 sayılı Kanun kapsamında eski hak sahiplerine iade edilmesi, ya da 28 Kasım 2017 tarihinde kabul edilip, 5 Aralık 2017 tarih ve 30261 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Torba Kanun’un 50. Maddesi kapsamında asfaltit ruhsatları bölünerek ihale edilmesi ve asfaltit kaynaklarının değerlendirilmesi uygun olacaktır.
- Yapısı gereği yüksek kükürt ve bazı zararlı maddeler içeren asfaltitin sadece çevre dostu teknolojiler kullanan termik santrallerde kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir. Bölgede bir firma tarafından yürütülen sondaj ve rezerv belirleme çalışmalarında, bazı filonlarda MTA ve TKİ Raporlarında belirtilenin dört beş misli işletilebilir asfaltit rezervi belirlenmiştir. Yapılacak planlı ve kapsamlı bir çalışma ile Şırnak Bölgesinde yaklaşık 1.500 MW kurulu gücündeki termik santrali uzun yıllar besleyecek asfaltit kaynağının varlığı ispatlanabilir ve bu yönde yatırımlara başlanabilir. Böylece ülkemizin enerjide dışa bağımlılığı ve bölgedeki işsizlik bir miktar azaltılabilir.
- Entegre termik ve maden projelerinin bölge ve ülke ekonomisine doğrudan ve dolaylı katkıları dikkate alınarak, ilave teşvikler verilmesi konusunda gerekli çalışmaların yürütülmesi faydalı olacaktır.

Kaynaklar

ETKB (2018). <http://enerji.gov.tr>

Lebküchner, R., F. (1969). *Güneydoğu Türkiye’deki Asfaltik Maddelerin Zuhur ve Teşekkülleri*. MTA, Ankara.

MİGEM (2018). <http://www.migem.gov.tr>

MTA (2018). <http://www.mta.gov.tr>

Nakoman, E. (1977). *Güneydoğu Anadolu Asfaltik Hadde Zuhurları*.

TKİ (2018). <http://tki.gov.tr>

ŞIRNAK ASFALTİT KÜLÜNÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

Fırat Aydın¹

Işıl Aydın²

ÖZ

Asfaltitler sanayi veya termik santrallerde kullanıldıktan sonra külleri atık olarak atılmakta ve çevreye zarar vermektedir. Bu küllerdeki metallerin değerlendirilerek Ülke ekonomisine kazandırılması oldukça önemlidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan asfaltit külleri de önemli miktarda metal içermektedir. Bu çalışmamızda Şırnak ilinin Karatepe maden sahasından çıkarılan asfaltitler üzerinde çalışma yapılmıştır. Karatepe Asfaltitinin külü analiz yapıldığında birçok değerli metalin külde bulunduğu tespit edilmiştir. Kül haline getirilen örneklerdeki metallerin miktar tayini için Tersiyer Ardışık Ekstraksiyon Metodu uygulandı. Daha sonra, örnek içindeki metal miktarlarının ICP-OES ile analizleri yapıldı. Örnekteki element miktarlarının; Mo 2118 ± 21 Ni 2447 ± 15 , Cu 231 ± 8 vr Cr 276 ± 1 ve Se 31.42 ± 1.23 mg/L olduğu tespit edildi. Bu metallerin büyük kısmının suda çözünmediği tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: ICP-OES, Asfaltit Külü, Ekstraksiyon, Metal.

EVALUATION OF ASH ŞIRNAK ASPHALTITES

ABSTRACT

Asphaltites are used in industrial or thermal power plants and their ashes are disposed of as waste and its can be harm the environment. It has very important to evaluate the metals in these ashes and for the national economy. Asphaltite ashes in Southeastern Anatolia also contain significant amounts of trace metals. In this study, we investigated the asphaltites extracted from the Karatepe, Şırnak, Turkey. Karatepe Asphaltite ashes are analyzed. Tertiary Sequential Extraction Method was applied for the determination of the metals in ash samples. Then, the amounts of metal in the sample were analyzed by ICP-OES. The amount of elements in the sample; Mo 2118 ± 21 Ni 2447 ± 15 , Cu 231 ± 8 vr Cr 276 ± 1 and Se 31.42 ± 1.23 mg / L were determined. Most of these metals were not soluble in water.

Keywords: ICP-OES, Asphaltite Ash, Extraction, Metal.

1 Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Diyarbakır faydin@dicle.edu.tr

2 Dicle Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Diyarbakır iaydin@dicle.edu.tr

1. GİRİŞ

Asfaltit, yeryüzünün derinliklerinde bulunan sıvı veya yarı sıvı haldeki asfaltik materyallerin hidrostatik basınç, sıcaklık gibi sebeplerle taşınarak, yarık, çatlak ve boşluklara yerleşmesiyle oluşan maddeler şeklinde ifade edebiliriz (DPT 2001). Asfaltitler petrol kökenli olup Mo, Ni ve V gibi kıymetli metalleri ve U ve Th gibi bazı radyoaktif metalleri içermektedir (Karayığit&Querol 2002).

Asfaltitler, eser elementlerin kazanılmasında önemli bir yer tutmaktadır. Bir çok eser element, asfaltit bünyesinde tutulmak suretiyle, doğal olarak birincil bir zenginleşmeye uğramaktadır. Asfaltitlerin yakılmasıyla birincil zenginleşmenin yanında ikincil olarak bir zenginleşme söz konusu olmaktadır. Dolayısıyla önemli ve ekonomik boyutlarda kömür külleri bir eser element kaynağı olarak kabul edilir.

Eser elementler, kömür ve asfaltitlerin bileşenlerine kömürleşmenin her evresinde bulunabilmektedir. Sc, U, Th gibi radyo aktif eser elementler, yapıya canlı organizmaların topraktan emerek bünyelerine almaları ve organizmaların kömürleşmeleri sonucu bulunmaktadır. Kömürleşme esnasında, volkanik aktivitelerin bulunduğu alandaki kömürlerin etkilenmeleri sonucu Ag, Cd, Zn, V, Mo v.s gibi elementler zenginleşmiş olur. (Işıl Aydın, tez).

Çalışmamızda Karatepe Filonundan alınan asfaltit örnekleri üzerinde çalışmalar yapılmıştır Karatepe filonu Şırnak ilinin Anıtlı köyünün yaklaşık 2.3 km. Kuzeydoğusundadır. Filonun uzunluğu 2950 m., genişliği 1.50-12.00 m. arasında değişmekte olup, ortalama 5.50 m.dir. Yapılan çalışmalar sonucu 200 m. derinlik için 500.000 ton görünür, 2.000.000 ton muhtemel ve 2.500.000 ton mümkün olmak üzere toplam 5.000.000 ton asfaltit rezervi belirlenmiştir (Fidan C.).

Çalışmamızda Karatepe filonundaki örneklerden Mo, Ni, Cu, Cr ve Se elementinin asfaltit içerisindeki yapısını belirlemek için, Tersiyer ardışık ekstraksiyon yöntemi kullanılarak Karatepe filonundaki asfaltitin yapısı tespit edildi.

2. YÖNTEM

2.1. Örneklerin Hazırlanması

Karatepe Filonunda alınan asfaltit örnekleri kırıcılardan geçirilerek, toz haline getirildi. Bunu takiben -100 mesh'lik eleme yapılarak örnekler 900° C'de kül fırınında 6 saat süresince yakıldı ve örnekler kül haline getirildi. Bu hazırlanan kül örnekleri önce yaklaşık 1 g. alınarak örnek içindeki metal miktarları, ICP-OES ile analizleri yapıldı. (Aydın I., Aydın F.)

2.2. Tersiyer Ardışık ekstraksiyon Metodu

Kül içindeki metallerin yapısının belirlenmesi için, Tersiyer ardışık ekstraksiyon metodu geliştirildi. Metod şu adımlardan oluşmaktadır.

1. **Adım:** Yer Değiştiren İyonlar için :10 mL 1 M $\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$ oda sıcaklığında 1 saat süresince çalkalandıktan sonra süzünüye geçen miktar.
2. **Adım:** Karbonatlı Bileşikler için: 10 mL 1 M CH_3COOH oda sıcaklığında 1 saat süresince çalkalandıktan sonra süzünüye geçen miktar.
3. **Adım:** Oksitli Bileşikler (Organik ve Sülfür içeren) için: 5 mL derişik H_2O_2 oda sıcaklığında 1 saat süresince çalkalandıktan sonra süzünüye geçen miktar.
4. **Adım:** Geriye Kalan örnek: 10 mL saf su ve 10 mL kral suyu (HCl/HNO_3 , 3:1) oranında karıştırılarak Mikrodalga Fırında çözünerek analizi yapıldı.

3. BULGULAR

Çalışmamızda ilk adım olarak asfaltitlerin içindeki madde içeriği tespit edildi. Bunun için asfaltit örneklerinde su, kül v.s analizleri yapıldı. Sonuçlar Tablo 1. de verildi.

Tablo 1. Karatepe Asfaltitlerin bazı değerleri

Saha Adı	Nem (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt (%)	Alt Isı Değeri Kcal/kg
Karatepe	0,89	46,73	17,14	4,05	3812

Bundan sonraki çalışmalar Karatepe asfaltit külü üzerinde çalışmalara devam edildi. Bunun için kül örnekleri alınıp 110^0 C 'de 4 saat kuruması sağlandı. Bu örnekten yaklaşık 1 g. alınarak üzerlerine de HCl 'den 3 Hacim, HNO_3 'den 1 hacim alınarak çözme işlemi yapıldı. Karatepe Asfaltit külünde Cr 412 ± 7 mg/kg, Cu 245 ± 3 mg/kg, Mo 2654 ± 16 mg/kg, Ni 3002 ± 12 , Se 33.67 ± 1.34 mg/kg olduğu tespit edildi.

Çalışmamız bu elementlerin asfaltit külündeki bulunuş şekillerini belirlemek için yapıldı.

Aşamada $\text{pH}=7$ 'de numunede suda çözülebilecek bileşik yapısında olup olmadığının tespit edilmesi için bu işlem uygulandı. Alkali, metal iyonları, suda çözülebilen tuzlar, geçiş elementlerinin özellikle SO_4^{2-} , NO_3^- ve CH_3COOH tuzlarının olmaları halinde suda çözülebilecekleri düşünülerek sudaki çözünürlükleri incelenmiştir. (NO_3^- ve CH_3COOH tamamen, SO_4^{2-} ve Cl^- suda kısmen çözünür). Örneğin asidik veya bazik yapısına göre çözeltilinin pH 'sı işlem sonunda 7'nin altında veya üstünde olabilir. 7'nin altında olması durumunda örnekte yukarıda belirtilen anyonların bulunması durumunda çözelti ortamına daha fazla metal iyonlarının geçebileceği düşünülebilir. pH 'nın 7'den büyük olması durumunda bir takım hidroliz olayı sonucunda çözeltiye geçen özellikle geçiş iyonlarının bulunması durumunda daha düşük değerler bulunabilir. Bu

nedenle saf suyla yapılan işlem sonucunda numunenin hangi karekterde olduğuna dair bir sonuca varmak mümkündür.

1. Yapıda CO_3^{2-} lı bileşiklerin varlığını tespit etmek amacıyla CH_3COOH ortamında yaklaşık $\text{pH}=5.5$ 'a getirmek suretiyle çözünürleştirme işlemi yapılmıştır.
2. H_2O_2 (30%, $\text{pH} = 2$) ve $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (1 M, $\text{pH} = 2$) bu analiz yönteminde H_2O_2 ilave edilmesinin amacı 1.70 V değerinde indirgeme elektrot potansiyeline sahip olmasından dolayı kuvvetli bir yükseltgen olarak organik maddelerin parçalanmasını (CO_2 , H_2O ve NO_x bileşikleri şeklinde) sağlamaktadır. Sülfür bileşiklerinde Sülfürleri elementel kükürt'e ve metal iyonlarını da en yüksek yükseltgenme basamağına dönüştürerek çözümlerini sağlamak amacıyla yapılmıştır. Ortamın pH 'sının 2 civarında sabitlenmesi ise metal iyonlarının asetat bileşikleri ve varsa Cl^- bileşikleri çözünerek sulu ortama geçebilmektedir.
3. Geri kalan kısım özellikle ilk uygulamalarda çözelti ortamına geçemeyecek durumda olan mineral yapıdaki iyonların çözelti ortamına geçebilmelerini sağlamak amacıyla HCl-HNO_3 (3-1 oranında) yarıyarıya seyreltilmiş çözeltisiyle mikro dalga fırında bu iyonların çözeltiye alınmaları amacıyla yapılmıştır. (Fidan C.)

Bu amaçla yapılan çalışmaların sonuçları tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Asfaltit Külünün Tersiyer Ardışık ekstraksiyon Metoduna uygulanması.

	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mo (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Se (mg/kg)
1. Adım	1.37±0.12	2.45±0.89	312±9	58.05±0.23	11.49±0.90
2. Adım	6.48±0.63	6.25±0.28	187±9	75.13±2.63	1.56±0.15
3. Adım	30.78±1.13	89±1	123±2	21.37±0.77	3.23±0.49
4. Adım	373±11	147±7	2032±21	2845±15	17.49±0.78

Tablo 2'de de görüldüğü gibi analizi yapılan elementlerin çoğu geriye kalmaktadır.

4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma, çevreye atık olarak atılmış küllerin çevreye verdiği zararı ve bu küllerdeki metalin tekrar kazanılması amaçlandı. Bu amaçla Tersiyer ardışık ekstraksiyon yöntemi kullanıldı. Analizler sonucu Krom bir kısmı sulu ortamda çözünmektedir. Çalışmadaki sonuçlardan, metallerin bir kısmının karbonatlı yapıda, bir kısmının da Mn ve Fe oksitli yapıda, büyük bir kısmının ise ancak kral suyunda çözünen formda olduğu sonucuna ulaşılabilmektedir. Bakır'ın ise göze çarpan özelliği organik ve sülfür yapısında olmasıdır. Molibdenin de suda çözünen kısmı oldukça fazladır. Bunu takiben molibdenin bir kısmının da

karbonatlı yapıda olduğu anlaşılmaktadır. Nikel yapılan analizler sonucu büyük kısmının çözünmeden ortamda kaldığı tespit edildi. Bunların çoğunluğu kral suyu dediğimiz HCl/HNO₃ karışımında çözüldüğü deneyler sonucu anlaşılmıştır.

Selenyum'un suda çözünen formunun fazla olduğu deneyler sonucu anlaşılmaktadır. Selenyum'un gübre gibi çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Bu sebepten saf Selenyum ile ilgili çalışmalar yapılabilir.

Sonuç olarak; Küldeki zararlı metallerin suda ve pH 3-7 arasında çözünmemesi çevreye metal kirliliği açısından fazla zararının olmadığı anlaşılmaktadır. Bu değerli metallerin kazanılması için çalışmalara hız verilmeli, böylelikle ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacağı görülmektedir.

Kaynaklar

- Aydın I, (2001). “*Güneydoğu Anadolu Asfaltit Külünden Urnayum, Nikel, Molibden ve Vanadyum Kazanılmasında Yeni Uygulamalar*” , Doktora tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır.
- Fidan C.. (2017). *Uçucu Kül Srm'in Metal Ayrılmaları Ve Bu Yöntemlerin Şırnak Külüne Uygulanması* yüksek lisans tezi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır.
- Aydın, F., Saydut A., Gunduz B. Aydın, I., Erdogan S., Hamamci, C. (2013) “*Molybdenum Speciation in Coal Bottom Ash Using a Sequential Extraction Procedure and Determination by FAAS*” Energy Sources Part A-Recovery Utilization And Environmental Effects Volume: 35 Issue: 24 Pages: 2356-2363.
- Aydın, I.; Aydın, F.; Hamamci, C. (2013) “*Vanadium fractions determination in asphaltite combustion waste using sequential extraction with ICP-OES*” Microchemical Journal 108, 64-67.
- Aydın, I., Aydın, F.; Kilinc, E. Duz, M. Z., Hamamci, C. (2013) “*Chemical fractionation of nickel in asphaltite based bottom ash*” Chemical Speciation And Bioavailability 25 (2), 113-118.
- Karayigit, A. and Querol, X., (2002) Mineralogy and Elemental Contents of the Şırnak Asphaltite Southeast Turkey, Energy Sources, 24, 703-713.

22-24 MART 2018 ULUSLARARASI ŞIRNAK ENERJİ VE
MADEN ÇALIŞTAYI' NDAN FOTOĞRAF KARELERİ



Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı, Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Şırnak Üniversitesi 15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi Genel Görünüm



Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Açılış Seremonisi



Uluslararası Şirkın Enerji ve Maden alıştayı Toplu Fotoğraf ekimi



Doç. Dr. İbrahim Baz' ın "Bir Nefes Şirkın" isimli fotoğraf sergisinin açılış töreni.



Doç. Dr. İbrahim Baz' ın “Bir Nefes Şırnak” isimli fotoğraf sergisi.



Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Enerji Konulu Panel



Panel Sonrası Batman Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Aydın DURMUŞ' a plaket takdimi.



Panel Sonrası Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitü Müdürü Prof. Dr. Günnur Koçar'a plaket takdimi.



Panel Sonrası Dicle Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Hasan BAYINDIR' a plaket takdimi.



Panel Sonrası GAP YENEV merkez müdürü Doç. Dr. Azmi AKTACIR' a plaket takdimi.





Panel Sonrası GAP YENEV merkez müdürü Dr. Öğr. Üyesi Nurettin BEŞLİ'ye plaket takdimi.



Panel Sonrası GAP YENEV Araştırmacı Dr. Öğr. Üyesi Deniz UÇAR'a plaket takdimi.



Panel Sonrası GAP Mühendis Yılmaz DAĞTEKİN' e plaket takdimi.



Panel Sonrası GAP YENEV Araştırmacı Dr.Akif İLKHAN'a plaket takdimi.



Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Maden Konulu Panel



Panel Sonrası Türkiye Kömür İşletmeleri Müdürü Ömer BAYRAK'a plaket takdimi.



Panel Sonrası Maden Tetkik ve Arama Genel Müdür Yardımcısı Emrah AYAZ' plaket takdimi.



Panel Sonrası Maden İşleri Genel Müdürlüğü (MİGEM) Genel Müdür Yardımcısı Mustafa SEVER'e plaket takdimi.



Panel Sonrası Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. C. Okay AKSOY'a plaket takdimi



Panel Sonrası İş Güvenliği Uzmanı K. Emre ARGADAL'a plaket takdimi.



Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Maden Konulu Panel



Panel Sonrası Harran Üniversitesi Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Ali SARIİŞİK'a plaket takdimi.



Panel Sonrası Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Mustafa AYHAN' a plaket takdimi.



Panel Sonrası İnönü Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. İsmail BENTLİ' ye plaket takdimi.



Panel Sonrası Dr. Turgay TÖREN'e plaket takdimi



İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Orhan KURAL'ın panel sunumu



Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Konulu Çalıştay Komisyonu



Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Konulu Çalıştay Komisyonu



Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Konulu Çalıştay Komisyonu



Maden İşletme Konulu Çalıştay Komisyonu



Maden İşletme Konulu Çalıştay Komisyonu



Yenilenebilir Enerji Konulu Çalıştay Komisyonu



Yenilenebilir Enerji Konulu Çalıştay Komisyonu



Yenilenebilir Enerji Konulu Çalıştay Komisyonu



Yenilenebilir Enerji Konulu Çalıştay Komisyonu



Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Genel Görünüm



Uluslararası Şırnak Enerji ve Maden Çalıştayı Düzenleme Ekibi ve Enerji-Maden Mühendisliği Bölüm Öğrencilerimiz.



Mardin-Midyat Gezisinden Görünüm



Mardin-Midyat Gezisinden Görünüm



ULUSLARARASI ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN ÇALIŞTAYI

22 - 24 MART 2018

Şirnak Üniversitesi Mehmet Emin Acar Kampüsü
15 Temmuz Kongre ve Kültür Merkezi





ULUSLARARASI
ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN
ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



Çalıştay Onur Kurulu

Berat ALBAYRAK
Jülide SARIEROĞLU
Lütfi ELVAN
Mehmet ÖZHASEKİ
Mehmet AKTAŞ
Sadrettin KARAHOCAGİL
Turan BEDİRHANOĞLU
Prof. Dr. Aydın DURMUŞ
Prof. Dr. Mehmet Emin ERKAN
Yılmaz ALTINDAĞ
Cengiz ERDEM
Mithat CANSIZ
Ömer BAYRAK
Ayhan YÜKSEL
Osman GELİŞ

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı
Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanı
Kalkınma Bakanı
Çevre ve Şehircilik Bakanı
Şırnak Valisi
GAP Bölge Kalkınma İdare Başkanı
Şırnak Belediye Başkan V.
Batman Üniversitesi Rektörü
Şırnak Üniversitesi Rektör V.
Dicle Kalkınma Ajansı Genel Sekreteri
MTA Genel Müdürü
MİGEM Genel Müdürü
TKİ Genel Müdür V.
TMMOB Genel Başkanı
Şırnak Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı

Çalıştay Koordinatörleri

Genel Koordinatör Dr. Öğr. Üy. İbrahim BAZ Şırnak Üniversitesi Genel Sekreteri
Koordinatör Yrd. Dr. Öğr. Üy. Dilan ALP Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
Koordinatör Yrd. Dr. Öğr. Üy. Öykü BİLGİN Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Koordinatör Yrd. Naif ÇİFTÇİ Dicle Kalkınma Ajansı

Sekreterya

Arş. Gör. Eren DEMİR Şırnak Üniversitesi Elek. Elekt. Müh.
Arş. Gör. İlhan EHSANİ Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Arş. Gör. Sadiye KANTARCI Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Arş. Gör. Derya KARAKAYA Şırnak Üniversitesi İnşaat Müh.
Arş. Gör. Veysel KIŞ Şırnak Üniversitesi Elek. Elektr. Müh.
Uzm. Adem SELEŞ Şırnak Üniversitesi Basın yayın ve Halk. İş.
Hakime DEMİR Şırnak Üniversitesi Basın yayın ve Halk. İş.
Uzm. Susin KEKEÇ Şırnak Üniversitesi Farabi
Cemile SARIŞAHİN Şırnak Üniversitesi Genel Sekreterlik
Enerji Sist. ve Maden Müh. Böl. Şırnak Üniversitesi
Öğrenciler



ULUSLARARASI
ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN
ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



Çalıştay Düzenleme Kurulu

Dr. Öğr. Üy. Dilan ALP
Yılmaz ALTINDAĞ
Dr. Öğr. Üy. İbrahim BAZ
Dr. Öğr. Üy. Öykü BİLGİN
Naif ÇİFTÇİ
Müh. Yılmaz DAĞTEKİN
Dr. Öğr. Üy. Ali DÖNER
Dr. Öğr. Üy. İhsan EKİN
Av. Mehmet ERDOĞAN
Dr. Öğr. Üy. Mehmet HASKUL
Dr. M. Akif İLKHAN
Dr. Öğr. Üy. Orkun KANTARCI
Ömer KELEŞ
Dr. Öğr. Üy. Ali İhsan KESKİN
Dr. Nusret MUTLU
Prof. Dr. Gürol OKAY
Dr. Muhyettin SİRER
Dr. Öğr. Üy. F. Şirin SÖKMEN
Dr. Öğr. Üy. Vedat SÖNMEZ
Prof. Dr. M. Arslan TEKİNSOY
Dr. Öğr. Üy. Y. İsmail TOSUN
Dr. Öğr. Üy. Ahmet TURŞUCU
Dr. Öğr. Üy. Asaf Tolga ÜLGEN

Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
DİKA Genel Sekreteri
Şırnak Üniversitesi Genel Sekreteri
Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
DİKA Şırnak İl Koordinatörü
GAP Elektrik Elek. Müh.
Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
Şırnak
Şırnak Üniversitesi Makine Müh.
GAP YENEV Araştırmacı
Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Şırnak Üniversitesi Öğrenci Konsey Başkanı
Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
GAP-Ekonomik Kalkınma Genel Koord.
Şırnak Üniversitesi Rektör Yrd.
Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP)
Şırnak Üniversitesi MYO Müd.
Şırnak Üniversitesi Cizre MYO Müd.
Şırnak Üniversitesi Müh. Fak. Dekanı
Şırnak Üniversitesi Maden Müh.
Şırnak Üniversitesi Enerji Sist. Müh.
Şırnak Üniversitesi Elek. Elektr. Sist. Müh.



ULUSLARARASI
ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN
ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



Çalıştay Bilim Kurulu

Prof. Dr. Ece KILINÇ AKSAY
Prof. Dr. Okay AKSOY
Doç. Dr. Azmi AKTACIR
Prof. Dr. İbrahim ALP
Dr. Öğr. Üy. Dilan ALP
Prof. Dr. Fırat AYDIN
Prof. Dr. Mustafa AYHAN
Müh. Ümran ATAY
Doç. Dr. Hasan BAYINDIR
Dr. Öğr. Üy. İdris BEDİRHANOĞLU
Prof. Dr. İsmail BENTLİ
Dr. Kevin BERGER
Dr. Öğr. Üy. Nurettin BEŞLİ
Dr. Öğr. Üy. Öykü BİLGİN
Prof. Dr. Hüsamettin BULUT
Dr. Lluís Manosa CARRERA
Müh. Yılmaz DAĞTEKİN
Dr. Öğr. Üy. Atilla G. DEVECİOĞLU
Dr. Öğr. Üy. Ali DÖNER
Doç. Dr. İhsan EKİN
Dr. Öğr. Üy. Ahmet ERYAŞAR
Dr. Sait Barış GÜNER
Prof. Dr. Afşin GÜNGÖR
Prof. Dr. Ali GÜNGÖR
Dr. Öğr. Üy. Mehmet HASKUL
Müh. Yusuf İŞIKER
Dr. Mehmet Akif İLKHAN
Dr. Öğr. Üy. M. Şefik İMAMOĞLU
Prof. Dr. Fikri KAHRAMAN
Dr. Öğr. Üy. Orkun KANTARCI
Dr. Öğr. Üy. Hakan KARAKAYA
Doç. Dr. Askeri KARAKUŞ
Doç. Dr. Orhan KAVAK
Dr. Öğr. Üy. Ali İhsan KESKİN

Dokuz Eylül Üniversitesi
Dokuz Eylül Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Şırnak Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
GAP YENEV Araştırmacı
Dicle Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
İnönü Üniversitesi
University of Lorraine, France
Harran Üniversitesi
Şırnak Üniversitesi
Harran Üniversitesi
University of Barcelona, Spain
GAP Elektrik Elek. Müh
Dicle Üniversitesi
Şırnak Üniversitesi
Şırnak Üniversitesi
Ege Üniversitesi Güneş Enerji Enstitüsü
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Akdeniz Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Şırnak Üniversitesi
GAP YENEV Araştırmacı
Harran Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Maden Mühendisi
Şırnak Üniversitesi
Batman Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Şırnak Üniversitesi



ULUSLARARASI
ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN
ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



Prof. Dr. Günnur KOÇAR
Prof. Dr. Orhan KURAL
Prof. Dr. Kerim KÜÇÜK
Dr. Sinan KÜFEOĞLU
Dr. Xerman De La Fuente LEİS
Dr. Nabil MAHAMDIOUA
Dr. Nusret MUTLU
Dr. Hari Babu NADENDLA
Prof. Dr. Gürol OKAY
Prof. Dr. Turgay ONARGAN
Prof. Dr. Necdet ÖZBALTA
Prof. Dr. Ali SARIŞIK
Dr. Öğr. Üy. Z. Ebru ERKAN SAYIN
Dr. Muhyettin SİRER
Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK
Prof. Dr. Mehmet Arslan TEKİNSOY
Prof. Dr. Fuat TOPRAK
Dr. Öğr. Üy. Yıldırım İsmail TOSUN
Dr. Öğr. Üy. Ahmet TURŞUCU
Dr. Öğr. Üy. Deniz UCAR
Prof. Dr. Sinan UYANIK
Dr. Öğr. Üy. Asaf Tolga ÜLGEN
Dr. Akiyasu YAMAMOTO
Dr. Chia-Ming YANG
Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA
Prof. Dr. M. İrfan YEŞİLNACAR
Prof. Dr. Mehmet YILMAZ
Dr. Öğr. Üy. Emine YOĞURTÇU

Ege Üniversitesi
İstanbul Teknik Üniversitesi
Dokuz Eylül Üniversitesi
University of Cambridge, London
University of Zaragoza, Spain
University of Jijel, Algeria
GAP Ekonomik Kalkınma Genel Koord.
Brunel University, London
Şirnak Üniversitesi
Dokuz Eylül Üniversitesi
Ege Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Afyon Kocatepe Üniversitesi
UNDP
Harran Üniversitesi
Şirnak Üniversitesi
Dicle Üniversitesi
Şirnak Üniversitesi
Şirnak Üniversitesi
Harran Üniversitesi
Dokuz Eylül Üniversitesi
Şirnak Üniversitesi
Tokyo University of Agricul. and Tech., Japan
Chang Gung University, Taiwan
Harran Üniversitesi
Harran Üniversitesi
İnönü Üniversitesi
Ömer Halisdemir Üniversitesi

* Bilim ve Düzenleme Kurul üyeleri soyada göre alfabetik olarak sıralanmıştır.



ULUSLARARASI
ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN
ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



ÇALIŞTAY PROGRAMI		
1. GÜN-22.03.2018		
SAAT	Konu	Panelist
08:30-10:00	Açılış Konuşması	Kayıt Şirnak Üniversitesi Genel Sekreter Rektör
10:00-12:00	Protokol Konuşmaları	Dika Genel Sekreteri
		GAP Başkanı
		Ticaret ve Sanayi Odası Başkanı
		Belediye Başkanı
		Vali
		Bakanlık
Toplu Fotoğraf Çekimi		
12:10-13:20	Öğle Yemeği	
13:30-14:30	Enerji Üretimi ve Milli Enerji	Prof. Dr. Aydın DURMUŞ (Batman Üniversitesi Rektörü)
	Şirnak İli ve Çevresi Hidrolik Enerji Potansiyeli	Doç. Dr. Hasan BAYINDIR (Dicle Üni. Makine Müh.)
	Biyokütle ve Güneş Enerjisinin Kırsal Alanlarda Hibrit Kullanım Olanakları	Prof. Dr. Günnur KOÇAR (Ege Üni. Güneş Enerji Enstitü Müd.)
	GAP Yeşil Enerji Bölgesi	Doç. Dr. Azmi AKTACIR (GAP YENEV Merkez Müd.)
14:30-14:45	Kahve Arası	
14:45-16:30	Madencilik Uygulamalarında Yerli Teknoloji	Prof. Dr. Okay AKSOY (Dokuz Eylül Üni. Maden Müh.)
	Madenlerde İş Sağlığı ve Güvenliği	Maden Yüksek Müh. K. Emre ARGADAL İş Güvenliği Uzmanı –Koordinatör Yrd. (Kırloğlu Kim. Pat. Mad. San. Tic. A.Ş.)
	Türkiye'nin Maden Potansiyeli, Ekonomideki Yeri ve Şirnak İlindeki Durum	Cengiz ERDEM (MTA Genel Müd.)
	Şirnak İli Maden Sahaları ve İşletmeleri	Ömer BAYRAK (TKİ Genel Müd.)
	Maden Kanunu ve Yönetmeliği	Mustafa SEVER (MİGEM Genel Müd. Yrd.)
19:00-	Gala Yemeği	



ULUSLARARASI ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



ÇALIŞTAY PROGRAMI			
2. GÜN-23.03.2018			
SAAT	Konu		Panelist
08:30-10:00	Kayıt		
Panel 1: Yenilenebilir Enerji Prof. Dr. Cürol OKAY	09:00-10:15	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması.	Dr. Muhyettin SİRER (UNDP Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
	09:00-10:15	Şırnak İli Bio-enerji Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Biyokütle Kaynakları, Biyoenerji Alternatifleri ve Dünyadan Örnekler.	Dr. Öğr. Üy. Deniz UÇAR (Harran Üniversitesi Çevre Müh., GAP YENEV Araştırmacı)
		Enerji Arzu/Güvenliğinde Yenilenebilir Enerji Yaklaşımları.	Dr. Öğr. Üy. Nurettin BEŞLİ (GAP YENEV Merkez Müd. Yrd.)
		GES Yatırımlarına Teknolojik ve Finansal Bakış.	Dr. M. Akif İLKHAN (GAP YENEV Araş.)
	10:15-10:30	Güneş Enerjili Isıtma ve Soğutma Teknolojilerinde Gelişmeler	Prof. Dr. Ali GUNGOR (Ege Üniversitesi Makine Müh.)
Tartışma			
10:30-10:50	Kahve Arası		
Panel 2: Maden Prof. Dr. Hüseyin MISIRDALI	10:50-11:50	Türkiye'deki Kömür Potansiyelinin Enerjideki Yeri ve Çevre	Prof. Dr. Orhan KURAL (İstanbul Teknik Üni. Maden Müh. Böl.)
	10:50-11:50	Enerjide Maden Kaynaklarının Önemi	Prof. Dr. Ali SARIŞIK (Harran Üniversitesi Rektör Yrd.)
		Şırnak Asfaltit Kömür Havzasının Mevcut Durumu ve Değerlendirme Stratejileri	Prof. Dr. Mustafa AYHAN (Dicle Üniversitesi Maden Müh.)
		Linyitlerden Teknolojik Ürün Eldesi	Doç. Dr. İsmail BENTLİ (İnönü Üniversitesi Maden Müh.)
11:50-12:00	Tartışma		
12:00-13:30	Öğle Yemeği		
Saat	Oturum Başlığı	Oturum Konusu	Moderatör/Raportör
Panel 3: Enerji ve Maden Çalıştayı	13:30-17:00	Yenilenebilir Enerji ve Kullanımı	Dr. Öğr. Üy. Dilan ALP/Arş. Gör. Derya KARAKAYA/Arş. Gör. Veyssel KIŞ/Arş Gör. Eren DEMİR
		Şırnak İli Enerji Potansiyeli	
Enerji ve Maden Çalıştayı	13:30-17:00	Şırnak İli Maden Potansiyeli	Dr. Öğr. Üy. Öykü BİLGİN/Arş. Gör. Sadiye KANTARCI/Arş. Gör. Hakan ÇİFTÇİ
		Maden İşletme ve Mühendislik açısından değerlendirilebilirliği	Dr. Öğr. Üy. Orkun KANTARCI/Arş. Gör. İlhan EHSANİ
17:00	Basın Açıklaması ve Toplu Fotoğraf Çekimi		
19:00	Kapanış Yemeği		

ÇALIŞTAY PROGRAMI		
3. GÜN-24.03.2018		
SAAT	Aktivite	Yer
09:00	Gezi	Cizre-Midyat-Mardin



ULUSLARARASI ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



Çalıştay Katılımcı Listesi

Masa 1: Şırnak İli Enerji Potansiyeli, Yenilenebilir Enerji ve Kullanımı
Moderatör: Dr. Öğr. Üy. Dilan ALP
Raportör: Arş. Gör. Derya KARAKAYA, Arş. Gör. Veysel KIŞ, Arş. Gör. Eren DEMİR.

Davetli Katılımcılar

Adı Soyadı

Prof. Dr. Güröl OKAY
Prof. Dr. Günür KOÇAR
Doç. Dr. Azmi AKTACIR
Doç. Dr. Hasan BAYINDIR
Doç. Dr. İhsan EKİN
Dr. Öğr. Üy. Nurettin BEŞLİ
Dr. Öğr. Üy. Ahmet ERYAŞAR
Dr. Öğr. Üy. İdris BEDİRHANOĞLU
Dr. Öğr. Üy. Atilla G. DEVECİOĞLU
Dr. Öğr. Üy. Deniz UÇAR
Dr. Öğr. Üy. Ahmet TURŞUCU
Dr. Öğr. Üy. Ali DÖNER
Dr. Öğr. Üy. Ali İhsan KESKİN
Süleyman H. BAYRAK
Dr. M. Akif İLKHAN
Dr. Muhyettin SİRER
Dr. Nusret Mutlu
Dr. İlker ŞENGÜLER
Yaşar ÖZTURK
Ertuğrul YILDIZ
Hüsnü ÇETİN
Murat HOROZ
Öğr. Gör. Erhan POLAT
Öğr. Gör. Ferit AKBALIK
Öğr. Gör. Sinan NOHUT
Öğr. Gör. Hakan DONUK
Öğr. Gör. Halis DEVİREN
Yük. Müh. Abdurrahim Haşimi
Müh. Süleyman Halik Bayrak
Müh. Yusuf İŞIKER
Müh. Yılmaz DAĞTEKİN
Müh. Ümrhan ATAY
Müh. Adil TUNÇ
Müh. Zerya Dilba İNCE
Müh. Vildan AYAĞ
Müh. Vedat ATAN
Müh. Uğur Özer
Müh. Nuri TONKUR
Müh. Ali GÜZCAN
Yusuf ŞAMAN
İbrahim KARAVELİOĞLU
Emin SALTAN
Gültekin AYDENİZ
Müjdat BULUŞ

Kurumu

Şırnak Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
Ege Üniversitesi Güneş Enerji Enstitüsü Müdürü
GAP YENEV Merkez Müdürü
Dicle Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü
Şırnak Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
GAP YENEV Merkez Müdür Yrd.
Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü
Dicle Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Dicle Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü
Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, GAP YENEV
Şırnak Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
Şırnak Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
Şırnak Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü
İller Bankası Bölge Müdürü, Diyarbakır
GAP YENEV Araştırmacı
UNDP Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı-Proje Yöneticisi
GAP Ekonomik kalkınma genel Koor.
MTA Ankara
GUNDER Yönetim Kurulu Üyesi- Eltemtek
Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Grup Başkanı (EPDK), Ankara
DSİ Şube Müdür V., Mardin
Şırnak Dicle Elektrik AŞ. İl Müdürü.
Şırnak Üniversitesi MYO
Şırnak Üniversitesi MYO
Şırnak Üniversitesi MYO
Şırnak Üniversitesi Cizre MYO
Şırnak Üniversitesi MYO
Babil Enerji Cizre
Diyarbakır İller Bankası Bölge Müdürü
GAP YENEV Araştırmacı
GAP Elektrik Elektronik Mühendisi
GAP TEAM Araştırma Müh., GAP YENEV Araştırmacı
CİNER, Silopi
Şırnak Dicle Elektrik AŞ. Tahakkuk ve Tahsilat yöneticisi
Şırnak Dicle Elektrik AŞ. Tahakkuk Müh.
Şırnak İl Özel İdaresi
Diyarbakır İller Bankası
TPAO-Batman
Akmercan Hakkari, Şırnak Doğalgaz Dağıtım San. Ve Tic. A.Ş
Şırnak Dicle Elektrik AŞ. İşletme yöneticisi
İl Özel İdare
Ticaret ve Sanayi Odası
Sternlicht Energie, Diyarbakır
Sternlicht Energie, Diyarbakır



ULUSLARARASI
ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN
ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



Masa 2: Şırnak İli Maden Potansiyeli, Cevher/Kömür Hazırlama ve Zenginleştirme açısından değerlendirilebilirliği
Moderatör: Dr. Öğr. Üy. Öykü BİLGİN
Raportör: Arş. Gör. Sadiye KANTARCI, Arş. Gör. Hakan ÇİFTÇİ

Davetli Katılımcılar

Adı Soyadı

Prof. Dr. Fırat AYDIN
Doç. Dr. İsmail BENTLİ
Dr. Öğr. Üy. Emine YOĞURTU
Dr. Öğr. Üy. M. Şefik İMAMOĞLU
Müh. Cengiz ERDEM
Müh. Ömer BAYRAK
Müh. Mustafa Sever
Müh. Murat GÜLSOY
Dr. Nail YILDIRIM
Arş. Gör. Hakan ÇİFTÇİ
Av. Selami KORKMAZ
Müh. Barış BİLGİN
Müh. Mesut Bilal YILDIZ
Müh. Elif BOZUKLUOĞLU
Müh. Muzaffer ELÇİ
Müh. Ömer ALHAN
Müh. Faysel TATAR
Müh. Suut AĞITOĞLU
Müh. Remzi Yelliler
Cihat SAKIN
Divan BAYRAM
Rıdvan ACAR

Kurumu

Dicle Üniversitesi Fen Fakültesi, Kimya Bölümü
İnönü Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
Ömer Halisdemir Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü
Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
MTA Genel Müdürü, Ankara
TKİ Genel Müdürü, Ankara
MİGEM Genel Müdürü, Ankara
TKİ-Garp Linyit İşletmesi Tesisler Müdürü, Ankara
MTA, Ankara
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü
MİGEM, Ankara
MİGEM, Ankara
TPAO- Batman
TPAO- Batman
Şırnak İl Özel İdaresi İşt. Müdürü
Şırnak İl Özel İdaresi
Ciner Grup, Silopi
Ciner Grup, Silopi
Diyarbakır İller Bankası
Şırnak Ticaret ve Sanayi Odası Genel Sekreteri
Best Madencilik, Şırnak
Acar Grup, Şırnak



ULUSLARARASI
ŞIRNAK ENERJİ ve MADEN
ÇALIŞTAYI

22-24
MART
2018



Masa 3: Şırnak İli Maden Potansiyeli, Maden İşletme ve Mühendislik açısından değerlendirilebilirliği

Moderatör: Dr. Öğr. Üy. Orkun KANTARCI

Raportör: Arş. Gör. İlhan EHSANİ

Davetli Katılımcılar

Adı Soyadı

Prof. Dr. Ali SARIŞIK
Prof. Dr. Mustafa AYHAN
Doç. Dr. Askeri KARAKUŞ
Dr. Öğr. Üy. Yıldırım İsmail TOSUN
Arş. Gör. Ogun Ozan VAROL
Öğr. Gör. Yakup ANIT
Müh. Emrah AYAZ
Müh. Ekrem TOSUN
Müh. Metin AKTAN
Müh. Mustafa Çelebi TÜRKCAN
Müh. Furkan BOZUKLUOĞLU
Müh. Hakkı KAYA
Müh. Doğan HATUN
Müh. Vedat DOĞRU
Yük. Müh. Emre ARGADAL
Müh. Mehdi YILDIRIM
Hişar OSAL
Selim SALTAN
İslam GELİŞ
Müh. Faysal ACAR
Sıddık BASAN

Kurumu

Harran Üniversitesi Rektör Yrd.
Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
Dicle Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
Şırnak Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
Şırnak Üniversitesi MYO
MTA Genel Müdürü Yrd., Ankara
MTA Güneydoğu Anadolu Bölge Müdürü
TKİ Araştırma Planlama Daire Başkanı, Ankara
MİGEM, Ankara
TPAO, Batman
TMMOB-Maden Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi
TMMOB-Maden Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi
Şırnak İl Özel İdaresi
İş Güvenliği Uzmanı – Kırloğlu Kim. Pat. Mad. San. Tic. A.Ş.
Ciner Grup, Şırnak
Hiş-Ari Madencilik, Şırnak
Şemo Madencilik, Şırnak
Geliş Madencilik, Şırnak
ACAR Grup, Şırnak
Şırnak Ticaret ve Sanayi Odası

*Çalıştaya katılım sağlayıp listelerde ismi olmayan davetli misafirlerimizin isimleri listelere eklenecektir.